DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR



11

Autorenkollektiv

Die Lizenzprüfung in Frage und Antwort

Der praktische Funkamateur · Band 11

Die Lizenzprüfungen in Frage und Antwort

AUTORENKOLLEKTIV

Die Lizenzprüfungen in Frage und Antwort



VERLAG SPORT UND TECHNIK · 1960

Redaktionsschluß: 4. Januar 1960

Herausgegeben vom Verlag Sport und Technik, Neuenhagen bei Berlin

Gedruckt in der Deutschen Demokratischen Republik

Lizenz-Nr. 545/9/60

(204) VEB Graphische Werkstätten Berlin, Werk I, O 17 10 345

VORWORT

Der Amateurfunk, der in der Deutschen Demokratischen Republik besondere Förderung und Unterstützung durch unsere Arbeiter-und-Bauern-Regierung erhält, zieht immer mehr junge Menschen in seinen Bann.

Bis zur ersehnten Sendelizenz ist es jedoch ein langer Weg, und viele Stunden harter Arbeit müssen aufgewendet werden, bis der angehende Amateur den umfangreichen Stoff erlernt und sich die notwendigen Fähigkeiten und Fertigkeiten angeeignet hat, ohne die ein erfolgreicher, weltweiter Funkverkehr nicht abgewickelt werden kann.

Die Materie, mit der sich der KW-Amateur beschäftigt, ist so umfangreich, daß es sowohl dem Anfänger als auch dem Ausbilder schwerfällt, aus der Stoffülle das Wichtigste, das Grundlegendste auszuwählen.

Hier will die vorliegende Broschüre helfen. In Frage und Antwort zeigt sie, welche Probleme wichtig sind und zur Vorbereitung auf die Lizenzprüfungen studiert sein wollen. Dieses Heft kann und will kein Lehrbuch sein, es kann nur Anregungen zum Selbststudium geben und als Mentor dienen. An Hand der Fragen können in der einschlägigen Literatur die durchzuarbeitenden Kapitel leicht gefunden und nach dem Studium das Wissen überprüft werden. Es ist jedoch sinnlos, die Antworten auswendig zu lernen, denn mit formalen Kenntnissen kann keine Lizenzprüfung bestanden werden!

Die Fragen wurden in zwei Schwierigkeitsgrade gegliedert; in einfache Fragen für Amateure ohne eigene Station und schwierigere für Amateure mit eigener Station (Kollektivstationsleiter, Privatlizenzbesitzer). Die schwierigeren Fragen sind durch einen der Fragenummer vorgesetzten Stern gekennzeichnet.

Damit in der Fachliteratur die entsprechenden Kapitel leicht gefunden werden können, wurde fast jeder Antwort ein Literaturhinweis beigefügt. Wir haben uns dabei auf Standardwerke beschränkt, die sicher bei allen Kollektivstationen vorhanden sowie im volkseigenen Buchhandel leicht und preiswert erhältlich sind.

Die verwendeten Abkürzungen und Seitenzahlen beziehen sich auf folgende Werke und Auflagen:

TBK = Taschenbuch für den Kurzwellenamateur, 6. Auflage, von O. Morgenroth und K. Rothammel, Verlag Sport und Technik;

AFu = Amateurfunk, 2. Auflage, Autorenkollektiv, Verlag Sport und Technik;

Spr = Einführung in die Kurzwellen- und Ultrakurzwellen-Empfänger-Praxis von K. Springstein, Fachbuchverlag Leipzig 1955;

Sher = Rundfunktechnik, Lehrbuch für Rundfunkamateure von I. P. Sherebzow, Fachbuchverlag Leipzig 1954.

Ferner sei auf den Titel „Antennenbuch“ von K. Rothammel, Verlag Sport und Technik 1959, hingewiesen.

Auch der Anwärter auf eine UKW-Sonderlizenz findet Anregungen für seine speziellen Belange. Er muß aus den Abschnitten I bis VI, IX bis XI alle angeschnittenen Probleme und aus den Abschnitten VII und VIII die einfachen, nicht mit Stern versehenen Fragen beherrschen.

Möge das Heft allen Amateurfunk-Freunden ein guter Helfer und Ratgeber sein.

Den Amateuren Gadsch, Müller und Weber danke ich herzlich für ihre weitgehende Mitarbeit und Beratung.

Leipzig, im Januar 1960 Harry Brauer
DM2APM

I. Betriebstechnik und Gesetzeskunde

1. Welche Bedeutung haben nachstehend aufgeführte internationale Amateurabkürzungen?

   QRM, QTH, QRX, QRU, QRZ, QRG, QRI, QRH, QRP, QRO, QRS, QRQ, QSY, QTC — ge, gd, dr, frd, vy, to, gld, ur, rprt, rpt, rst, fb, ufb, sri, my, is, inpt, tx, rx, swl, wx, vfo, ant, ok, gb, cuagn, hpe, sum, 73, 55, dx, cq, mc, kc, dsw, tow.

   Antwort siehe TBK, S. 102—113
   AFu, S. 524—535

2. Nenne die Landeskenner der Funkamateure von 10 verschiedenen Ländern Europas.

   DM = Deutsche Demokratische Republik
   SM = Schweden
   SP = Volksrepublik Polen
   U = Sowjetunion
   OK = Tschechoslowakische Republik
   YO = Rumänische Volksrepublik
   OE = Österreich
   OZ = Dänemark
   HB = Schweiz
   I = Italien

   TBK, S. 123—144
   AFu, S. 509—523

3. Welcher Unterschied besteht zwischen QRM und QRN?

   Bei QRM handelt es sich um fremde Störer, z. B. Störungen durch andere Sender. Wird QRM-lokal gegeben, so liegen Störungen durch nichtentstörte Maschinen, Klingeln, Motoren usw. vor.
   Mit QRN werden atmosphärische Störungen bezeichnet.

4. a) Was wird unter den Betriebs- oder Sendearten verstanden?

   b) Was bedeuten die Abkürzungen A 1, A 3, A 3a, F 1, F 3, F 5?

   Zu a) Mit Betriebs- oder Sendeart wird die Art der ausgestrahlten Signale bezeichnet.

   Zu b) Es bedeuten:
   A1 = unmodulierter Träger
   A3 = Telefonie, amplitudenmoduliert
   A3a = Einseitenbandtelefonie
   F1 = unmodulierte Telegrafie, Frequenzumtastung
   F3 = Telefonie, frequenzmoduliert
   F5 = Fernsehen

   TBK, S. 118—119
   AFu, S. 21—22

5. Mit welchen Abkürzungen (System) werden Lesbarkeit, Lautstärke und Tonqualität der empfangenen Signale beurteilt?

Mit dem RST-System wird das empfangene Signal kurz und dennoch hinreichend genau beurteilt.

TBK, S. 113—116
AFu, S. 526

6. Nach welchem System wird die Modulation von Telefoniesendungen beurteilt?

Bei Telefoniesendungen wird das RSM-System angewandt bzw. die Qualität der Modulation im QSO ausführlich erläutert. Die Buchstaben R und S kennzeichnen mit ihren zugehörigen Zahlen Lesbarkeit und Lautstärke, während die M-Ziffer die Modulationsqualität angibt.

TBK, S. 115—116
AFu, S. 527

7. Wie muß ein Funkamateur reagieren, wenn er vom QSO-Partner RST = 577 C erhält?

Der Amateur hat den Funkverkehr schnellstens zu beenden und die Sendeanlage zu überprüfen, da die ausgestrahlten Signale eine schlechte Tonqualität haben.

8. Wann übt auch der Empfänger auf die Tonqualität des empfangenen Signals einen nachteiligen Einfluß aus?

Wenn
a) keine ausreichende Siebung im Netzteil vorgesehen ist,
b) über das Netz eine Brumm-Modulation erfolgt,
c) wilde Schwingungen im Empfänger vorliegen oder
d) der Empfänger durch ein zu großes Eingangssignal übersteuert wird.

9. Welche Faktoren können die Lesbarkeit der Zeichen beeinflussen?

a) Störungen durch QRM bzw. durch QRM-lokal
b) durch QRN
c) durch Schwund (QSB)
d) durch schlechte Gebeweise des QSO-Partners oder schlechte Qualität der Signale (QRI, Chirp).

10. Was bedeutet der Ruf cq und was der Ruf QST?

cq ist das Anrufzeichen für alle; es wird eine Antwort erwartet.
QST dagegen bedeutet Mitteilung für alle, ohne daß eine Antwort erwartet wird (Ausstrahlung von Rundsprüchen).

11. Welche Möglichkeiten, ein bestimmtes Land zu rufen, hat der Amateur?

Der Funkamateur muß in diesem Falle nach dem cq-Ruf den Kenner des gewünschten Landes hinzufügen. Soll z. B. Australien gerufen werden, so ist cq VK zu rufen.

12. Was bedeutet cq DX?

Die rufende Station wünscht, mit Amateuren in Verbindung zu treten, die sich in über 3000 km Entfernung befinden. Es darf bei cq-DX-Rufen grundsätzlich nicht geantwortet werden, wenn die Entfernung weniger als 3000 km beträgt.

13. Was ist der Unterschied zwischen ar und sk?

ar wird innerhalb des QSOs am Ende der einzelnen Durchgänge gegeben, während sk den Schluß des QSOs angibt.

14. Wann sendet der Amateur cl?

Diese Abkürzung wird benutzt, wenn für einen längeren Zeitraum die Station geschlossen und der Funkverkehr beendet wird. Anrufe an eine cl-gegebene Station sind also zwecklos.

AFu, S. 529

15. Was bedeutet der Ausdruck ok?

Dieser Ausdruck bedeutet, daß der Inhalt einer Sendung fehlerlos und ohne Schwierigkeiten aufgenommen wurde.

16. Wie lauten die Notzeichen in Telegrafie und Telefonie zu Wasser, zu Lande und in der Luft?

In Telegrafie finden folgende Notzeichen Anwendung:
Seenotzeichen = SOS, zu Lande = QRRR, in der Luft = PAN; in Fonie wird der Ausdruck M'aidez (Aussprache = mädee) gebraucht.

17. Wie ist auf Notzeichen seitens der Amateure zu reagieren?

Wird ein Notruf gehört, so ist jeder Funkverkehr sofort zu unterbrechen und der Notruf zu beobachten. Der Inhalt des Notrufes ist schriftlich festzuhalten. Bleibt der Notruf unbeantwortet, so sind sofort die örtlichen staatlichen Organe von der Notmeldung zu verständigen. Die Aufnahme einer Funkverbindung mit der in Not befindlichen Station darf der Amateur erst nach Vorliegen einer Anweisung der staatlichen Organe vornehmen oder dann, wenn offizielle Funkstationen den Verkehr nicht aufnehmen. Letzteres trifft nicht zu bei sogenannten Medikamenten-Notrufen, die von Amateurfunkstellen ausgestrahlt werden.

18. Wie verhält sich ein Amateur, wenn er einen unlizenzierten Sender auf dem Amateurband hört?

Der Amateur ist verpflichtet, die staatlichen Organe (zuständige Bezirksdirektionen für Post- und Fernmeldewesen) unverzüglich zu benachrichtigen. Folgende Angaben über den Schwarzsender sollten festgehalten werden: a) verwendetes Rufzeichen, Name und QTH, b) Zeit, Frequenz, Betriebsart und Rapport, c) Inhalt des Spruches, Verwendung besonderer Codes, Schlüssel usw., d) evtl. Hinweise über Richtung des Senders.

19. Welche Angaben muß eine QSL-Karte enthalten?

Auf der QSL-Karte sollen folgende Angaben zu finden sein: Rufzeichen der eigenen Station, Raum für das Rufzeichen der Gegenstation, Datum, Zeit, Frequenz, Rapport, Störungen; Angaben über technische Einzelheiten der eigenen Station; erworbene Diplome und andere Amateurauszeichnungen. Ferner sollte man dem Partner für das QSO nochmals schriftlich danken und den Wunsch zur Wiederholung des QSOs zum Ausdruck bringen. Jede QSL-Karte muß eine handschriftliche Unterschrift aufweisen.

20. Wie soll die QSL-Karte einer DM-Station grafisch gestaltet sein?

Die QSL-Karte muß in Inhalt und Form dem Wesen der KW-Amateure unserer Republik entsprechen und dadurch beitragen, das Ansehen der DDR im Ausland zu erhöhen. Deshalb sollten neben den notwendigen Angaben auf der Karte auch Abbildungen und Fotos Platz finden, die die Errungenschaften unserer Republik (z. B. Industrieerzeugnisse) oder Motive unserer Heimat zeigen.

21. Nenne 5 Amateurdiplome des sozialistischen Lagers und ihre Bedeutung!

ZMT = gearbeitet mit allen Ländern des sozialistischen Lagers. Es wird herausgegeben vom Zentralen Radioclub Prag.
S6S = gearbeitet mit allen Kontinenten. Dieses Diplom wird ebenfalls vom Zentralen Radioclub Prag verliehen.
OK100 = gearbeitet mit 100 verschiedenen Stationen der CSR. Herausgeber: Zentraler Radioclub Prag.
R6K = gearbeitet mit allen Kontinenten und je einer sowjetischen Station im europäischen und asiatischen Teil der UdSSR. Dieses Diplom wird vom Zentralen Radioclub Moskau verliehen.
WADM = gearbeitet mit allen DM-Bezirken. Diese Auszeichnung gibt es in 4 Klassen. Sie wird verliehen vom ZV der GST.

22. Durch welche internationalen Verträge ist der Amateurfunk gesetzlich geregelt?

Die Grundlage für alle Regelungen des kommerziellen Funks sowie des Amateurfunks bildet die Vollzugsordnung für das Funkwesen (1947 Atlantic City) des Weltnachrichtenvereins.

23. Durch welche Gesetze und Anordnungen wird in der DDR der Amateurfunk geregelt?

Auf Grund des § 68 des Gesetzes vom 3. April 1959 über das Post- und Fernmeldewesen wurde die Anordnung über den Amateurfunk (Amateurfunkordnung vom 3. April 1959) verfügt und damit die gesetzliche Grundlage für den Amateurfunk auf dem Territorium der DDR geschaffen.

Gesetzbl. Teil I
Nr. 29, 13. 5. 1959,
S. 472 ff.

24. In welcher demokratischen Massenorganisation sind die Funkamateure der DDR organisiert?

Die Funkamateure der DDR üben ihre Tätigkeit als Mitglieder der GST aus. Die GST sorgt in ihren Ausbildungsgruppen für eine gründliche und umfassende Ausbildung der Amateure und schlägt dem Ministerium für Post- und Fernmeldewesen die Bewerber für eine Sendelizenz vor.

25. Welche Arten von Genehmigungen werden erteilt?

a) für Amateure mit eigener Station (Kollektivstationsleiter, Privatlizenzen)
b) für Amateure ohne eigene Station.

26. Wann darf mit dem Bau des Senders begonnen werden?

Erst die erteilte Genehmigung ermächtigt den Funkamateur, die in der Genehmigungsurkunde bezeichnete Anlage herzustellen und zu errichten.

§ 6 Absatz 2 der unter lfd. Nr. 23 genannten Anordnung

27. Wann darf eine Amateurfunkstelle den Betrieb aufnehmen?

Eine Amateurfunkstelle darf erst nach der Abnahme durch die DP in Betrieb genommen werden. Vor der Abnahme ist ein kurzfristiger Probebetrieb mit Zustimmung der zuständigen Bezirksdirektion für Post- und Fernmeldewesen zulässig.

§ 6 Absatz 3 der Anordnung

28. Welche Genehmigungsklassen können erteilt werden?

Es gibt die Klassen 1 und 2 sowie die Klasse S.

§ 11 der Anordnung

29. Wann kann ein Amateur die Genehmigung für Klasse 1 erhalten?

Die Genehmigung für die Klasse 1 wird erst dann erteilt, wenn der Antragsteller mindestens ein Jahr Inhaber der Genehmigungsurkunde der Klasse 2 ist und mit Erfolg als Funkamateur tätig war.

§ 12 Absatz 3 der Anordnung

30. Welche Anodeneingangsleistung und Frequenzbereiche sowie Betriebsarten dürfen bei Klasse 1 ohne besonderen Antrag benutzt werden?

Klasse 1 berechtigt zum Betrieb von Sendern mit maximal 200 W Anodeneingangsleistung in der Endstufe. Es können benutzt werden 3500 bis 3800 kHz, 7000 bis 7100 kHz, 14 000 bis 14 350 kHz, 21 000 bis 21 450 kHz, 28 000 bis 29 700 kHz in den Betriebsarten A 1, A 3, A 3 a, F 1 und F 3.

§ 12 Absatz 1 der Anordnung

31. Welche maximale Anodeneingangsleistung schreibt Klasse 2 vor, und welche Frequenzbereiche dürfen benutzt werden?

Die Klasse 2 berechtigt zum Betrieb von Sendern mit einem Input von maximal 80 W innerhalb der unter Frage 30 bereits genannten Frequenzbereiche.

32. Darf bei Klasse 2 auch in Telefonie gearbeitet werden?

In den Bereichen 3500 bis 3800 kHz, 7000 bis 7100 kHz und 28 000 bis 29 700 kHz darf in A 3 und F 3 gearbeitet werden.

33. Wozu ist die Genehmigung für die Klasse S erforderlich?

Diese Genehmigung umfaßt das UKW- und Dezi-Gebiet mit den Frequenzbereichen und Betriebsarten 144 bis 146 MHz in A 3 und F 3 bei maximal 30 W Input: 1215 bis 1300 MHz bei 2 W Input. Die Benutzung des Bereiches 420 bis 440 MHz bedarf einer besonderen Erlaubnis.

34. Berechtigt die Genehmigung der Klassen 1 und 2 auch zum Betrieb im UKW- und Dezi-Gebiet?

Auf besonderen Antrag kann bei Klasse 1 in den Bereichen 144 bis 146 MHz, 420 bis 440 MHz, 1215 bis 1300 MHz und bei Klasse 2 im Bereich 144 bis 146 MHz gearbeitet werden.

§ 12 Absatz 2 und § 13 Absatz 2 der Anordnung

35. Welches ungeschriebene Gesetz gilt hinsichtlich der Belegung der Amateurbänder mit Telegrafie bzw. Telefonie?

Die Amateurorganisationen haben eine „Empfehlung" ausgearbeitet, nach der die Frequenzbereiche unterteilt werden in Abschnitte für cw und fone (z. B. 3500 bis 3600 kHz nur cw, 3600 bis 3800 kHz nur fone. Außerdem sollten die ersten 10 kHz eines jeden Bandes für DX-Verbindungen freigehalten werden (z. B. 7000 bis 7010 kHz).

36. Was schreibt das Gesetz über die Stromversorgung und die Leistung des Senders vor?

Zur Stromversorgung, außer Röhrenheizung, darf nur reiner Gleichstrom oder gleichgerichteter und gut gefilterter Wechselstrom verwendet werden. Die abgestrahlte Leistung des Senders muß regelbar sein.

§ 16 Absatz 2 und 3 der Anordnung

37. Mit welchen Frequenzkontrolleinrichtungen müssen Amateurfunkstellen ausgerüstet sein?

Die AFu-Stellen sollten außer einem Absorptionskreis zum Bestimmen des Bandes auch einen möglichst mit Quarzkontrolle versehenen Röhrenfrequenzmesser besitzen, damit das Einhalten der Amateurfrequenzbereiche garantiert ist.

38. Was ist zu beachten, wenn vorübergehend der Standort gewechselt wird?

Bei Sendungen von einem anderen als dem in der Genehmigungsurkunde angegebenen Standort (Portable-Betrieb) ist dem Rufzeichen der Buchstabe P zuzufügen. Die Bezirksdirektion für Post- und Fernmeldewesen ist von der Standortänderung zu benachrichtigen.

39. Können Funkamateure an anderen vom Ministerium für Post- und Fernmeldewesen abgenommenen Amateurfunkstellen arbeiten, und was ist dabei zu beachten?

Das ist gestattet, jedoch muß in solchen Fällen dem Rufzeichen der benutzten Amateurfunkstelle das eigene Rufzeichen hinzugefügt werden.

40. Dürfen Mitteilungen von oder an dritte Personen über eine Amateurfunkstelle erfolgen?

Die Benutzung der AFu-Stelle für den Austausch von Nachrichten, die von dritten Personen ausgehen oder für solche bestimmt sind, ist untersagt.

§ 18 Absatz 3 der Anordnung

41. Wo sind die Aufzeichnungen über durchgeführte Sendungen niederzulegen?

Bei jeder AFu-Stelle ist das „Tagebuch der GST für Funkamateure" zu führen. Das Tagebuch muß folgende Eintragungen enthalten: Anfangs- und Endzeit jeder Sendung, Rufzeichen der Gegenfunkstelle, Frequenz, Rapporte, QTH der Gegenstelle, verwendete Senderleistung, Unterschrift des für die Sendung verantwortlichen Funkamateurs. Die abgeschlossenen Tagebücher sind mindestens ein Jahr lang aufzubewahren.

§ 27 der Anordnung

42. Was geschieht mit der betr. Sendeanlage, wenn einer Amateurfunkstelle die Genehmigung entzogen wird?

Die Sendeanlage ist zu zerlegen. Die erfolgte Durchführung dieser Maßnahme muß der zuständigen Bezirksdirektion für Post- und Fernmeldewesen unverzüglich gemeldet werden.

43. Welche technischen Anforderungen sind hinsichtlich der Störfreiheit an eine Amateurfunkstelle zu stellen?

Der Sender ist so aufzubauen, daß bei seinem Betrieb andere Funkdienste nicht gestört werden. (Anordnung über die Entstörungspflicht funkstörender Erzeugnisse — Funkentstörungsordnung vom 3. 4. 59).

44. Wer ist bei auftretenden Rundfunk- und Fernsehstörungen für die Beseitigung der Störungen verantwortlich?

Der die Störung verursachende Besitzer der Anlage hat für die Beseitigung der Störung zu sorgen. Am besten geschieht dies an der Störungsquelle (Sender). Durch Einbau von Klickfiltern, durch Netzverdrosselung sowie Einbau von Oberwellenfiltern zwischen Senderausgang und Antenne kann in vielen Fällen Abhilfe geschaffen werden.

45. Welche Möglichkeiten bestehen für den Empfänger, Funkstörungen zu beseitigen?

Durch Einschalten von Kurzwellendrosseln, Kurzwellen-Sperrkreisen oder Tiefpaßfiltern lassen sich Funkstörungen vermindern oder ganz beseitigen.

46. Gibt es Fälle, in denen ein gestörter Teilnehmer keinen Anspruch auf Entstörung seitens des Amateurs besitzt?

Der gestörte Teilnehmer hat dann kein Recht auf Entstörung, wenn

a) die Amateurfunkstelle die im § 8 der Funkentstörungsordnung festgelegten Verhältniswerte einhält und die Anlage den dort geforderten technischen Anforderungen entspricht,
b) die gestörte Anlage und deren Aufbau den technischen Anforderungen nicht genügt.

47. Welche staatliche Stelle ist in der DDR für die Ermittlung von Funkstörungen und für die sich daraus ergebenden Streitigkeiten zuständig?

Ermittlung von Störquellen und Beratung über Funkentstörungsmaßnahmen sind Aufgabe des Entstörungsdienstes der Deutschen Post. § 10 der Funkentstörungsordnung sagt: „Kommt der Besitzer des störenden Erzeugnisses seiner Verpflichtung gemäß § 7 trotz schriftlicher Aufforderung ... nicht nach oder verweigert er die Entstörung, so ist die DP berechtigt, die Störung auf seine Kosten zu beseitigen oder beseitigen zu lassen."

48. Welche Sicherheitsmaßnahmen sind beim Aufbau von Antennen zu beachten?

a) Antennenanlagen dürfen weder Gleichspannung noch niederfrequente Wechselspannungen über 24 $V_{(eff)}$ führen;

b) Kreuzungen mit Fernmeldeleitungen sind nur mit Zustimmung des Eigentümers dieser Leitungen zulässig;

c) die Antennenanlage ist gegen elektrische Aufladungen (Blitzeinschlaggefahr) zu schützen.

49. Nenne die wichtigsten Sicherheitsvorschriften, die bei Aufbau und Betrieb einer Amateurfunkstelle zu beachten sind!

a) Die gesamte Anlage ist so aufzubauen, daß eine Berührung von Hochspannung führenden Teilen während des Betriebes ausgeschlossen ist;

b) in der Nähe von Hochspannung führenden Teilen sind Warnschilder anzubringen;

c) Hochspannungskondensatoren sind mit einem angemessenen Widerstand zu überbrücken, damit beim Abschalten des Netzteiles keine lebensgefährliche Spannung bestehen bleibt;

d) Bedienungs- und Zubehörteile (z. B. Fernschaltungen und Tasten) sind hochspannungsfrei und berührungssicher auszuführen;

e) die gesamte Anlage ist zu erden;

f) Hauptschalter und Hauptsicherung der Station sind deutlich zu kennzeichnen;

g) der Zugang zur Station darf während des Betriebes nicht verschlossen werden, um notwendig werdende Hilfeleistungen nicht zu verzögern.

50. Wer ist verantwortlich für den technischen Zustand der Amateurfunkstelle, und welche Pflicht hat der Inhaber oder Leiter der Station, wenn andere lizenzierte Amateure die Station benutzen?

Der Lizenzinhaber trägt die volle Verantwortung für den technischen Zustand der Funkstelle. Wollen andere Amateure die Station benutzen, so hat vorher eine Belehrung zu erfolgen, um den Gast mit den Arbeitsbedingungen der Funkstelle vertraut zu machen. Bei Kollektivstationen sind alle Mitarbeiter halbjährlich zu belehren.

51. Was ist beim Verlassen einer Amateurfunkstelle zu beachten?

Es ist dafür zu sorgen, daß

a) die gesamte Anlage abgeschaltet wird;

b) die Antennen geerdet sind;

c) eine unbefugte Inbetriebnahme der Station ausgeschlossen ist.

II. Grundlagen der Elektrotechnik und Wellentheorie

1. **Zeichne einen einfachen mit einer Lampe versehenen Stromkreis und erkläre daran die Begriffe Spannung, Stromstärke und Widerstand!**

   Die Spannung U ist der Ladungsunterschied zwischen zwei Polen, sie ist die Ursache für den Strom I. Die Stromstärke ist proportional der Spannung und umgekehrt proportional dem Widerstand, d. h., mit Erhöhung der Spannung erhöht sich auch die Stromstärke. Wird der Widerstand vergrößert, so wird die Stromstärke kleiner. Diese Beziehungen zeigt das Ohmsche Gesetz; $I = \frac{U}{R}$ (Bild 1).

   AFu, S. 29—30

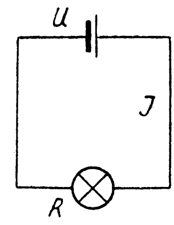


Bild 1. Einfacher Lampenstromkreis

2. **In welchen Maßeinheiten werden die elektrischen Grundgrößen gemessen?**

   Spannung in Volt (V), Stromstärke in Ampere (A), Widerstand in Ohm (Ω).

   AFu, S. 30

3. **Wie werden Volt- und Amperemeter in den Lampenstromkreis eingeschaltet?**

   a) Voltmeter werden parallel zu der Strecke des Stromkreises geschaltet, an der man die anliegende Spannung messen will. Voltmeter haben einen großen Innenwiderstand (Bild 2).

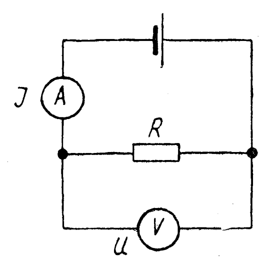


Bild 2. Anschaltung von Volt- und Amperemeter

b) Amperemeter werden in den in Bild 1 gezeigten Stromkreis eingeschaltet. Der gesamte Strom fließt durch das Meßgerät. Der Innenwiderstand des Amperemeters muß klein sein.

AFu, S. 33—34
Sher, S. 345—353

4. Wie berechnet man die notwendige Belastbarkeit (Leistung) eines Ohmschen Widerstandes?

$N = U \cdot I = I^2 \cdot R = U^2/R$;
z. B. $U = 250$ V; $I = 10$ mA.
$N = 250 \text{ V} \cdot 0{,}01 \text{ mA} = 2{,}5$ W. AFu, S. 35

5. Eine Glühlampe für 6 V, 0,2 A soll an eine Spannung von 220 V angeschlossen werden. Zeichne die Schaltung und berechne Wert und Belastbarkeit des Widerstandes!

$R = U_V/I = 214 \text{ V}/0{,}2 \text{ A} = 1070\ \Omega$;
$N = U \cdot I = 214 \text{ V} \cdot 0{,}2 \text{ A} = 42{,}8$ W.

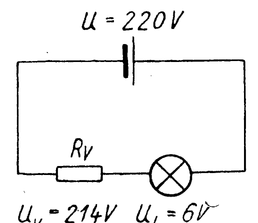


Bild 3. Stromkreis mit Vorwiderstand

* 6. In einem Allstromempfänger werden zwei Röhren mit je 20 V, 0,1 A; zwei Skalenlampen zu je 18 V, 0,1 A und ein Heißleiter 34 V, 0,1 A verwendet. Wie werden die Teile geschaltet, welche Widerstände sind einzubauen, und wie groß ist die Belastung des Widerstandes und die dem Netz entnommene Leistung?

Röhren, Skalenlampen und Heißleiter werden in Reihe geschaltet. Das Zuviel an Spannung muß durch einen Vorwiderstand vernichtet werden.

$$R = \frac{U_{netz} - (40 \text{ V} + 36 \text{ V} + 34 \text{ V})}{I}$$

$$= \frac{220 \text{ V} - 110 \text{ V}}{0{,}1 \text{ A}} = 1100\ \Omega$$

$N = U \cdot I = 110 \text{ V} \cdot 0{,}1 \text{ A} = 11$ W Belastung des Vorwiderstandes;
$N = U_{netz} \cdot J = 220 \text{ V} \cdot 0{,}1 \text{ A} = 22$ W Netzleistung.

7. Welche Wirkungen kann der elektrische Strom hervorrufen?

a) Wärmewirkung,

b) magnetische Wirkung,

c) chemische Wirkung.

8. Welchen Zweck erfüllen Sicherungen in den Stromkreisen?

Sicherungen sollen bei Kurzschlüssen oder Überbelastungen selbsttätig den Stromkreis unterbrechen. Sie schützen bei Kurzschlüssen Leitung und Gerät.

9. Was ist über den spezifischen Widerstand und die Leitfähigkeit von Eisen, Kupfer und anderen Stoffen bekannt?

Der spezifische Widerstand eines Leiters ist der Widerstand, den das Material bei 1 m Länge, 1 mm^2 Querschnitt und bei 0° C Temperatur hat. Spezifischer Widerstand ρ von Eisen = 0,12 Ω mm^2/m: Kupfer = 0,017 Ω mm^2/m. Die Leitfähigkeit κ ist der reziproke Wert des spezifischen Widerstandes, für Kupfer z. B. κ = 57 m/Ohm mm^2.

10. Wie beeinflussen Leiterlänge und Leiterquerschnitt den elektrischen Widerstand?

Der Widerstand eines Leiters ist proportional seiner Länge l und umgekehrt proportional seinem Querschnitt q. Das bedeutet, der Widerstand nimmt mit der Leiterlänge zu und wird mit Vergrößerung des Querschnittes kleiner.

$$R = \frac{\rho \cdot l}{q} [\Omega].$$

AFu, S. 29

* 11. Wie werden Widerstände gemessen?

Beim Messen von Widerständen werden u. a. folgende Verfahren angewandt:

a) Ermittlung des Widerstandes durch Strom- und Spannungsmessung und Errechnen des Widerstandes mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes;

b) mit Hilfe der Wheatstoneschen Brückenschaltung;

AFu, S. 32

c) durch Vergleich mit einem bekannten Widerstand. Der unbekannte Widerstand wird durch einen bekannten Widerstand im Stromkreis ersetzt, bis sich die gleiche Stromstärke einstellt;

d) mit Hilfe eines besonders geeichten Meßinstrumentes, eines sogenannten Ohmmeters.

12. In welcher Weise verändert sich der Widerstand der Metalle bei Temperaturerhöhungen?

Mit Erhöhung der Temperatur nimmt der Widerstand eines metallischen Leiters zu. Anwendung: Eisen-Wasserstoff-Widerstand.

13. Was versteht man unter Heißleitern?

Heißleiter bestehen aus solchen Stoffen, deren Widerstand bei Temperaturerhöhung abnimmt. Sie leiten also im heißen Zustand besser als im kalten. Zu diesen Stoffen gehören Kohle, Silizium, Tellur und Urandioxyd. Heißleiter schaltet man in Allstromgeräten in Reihe mit den Röhrenheizfäden, um den Einschaltstromstoß zu begrenzen.

Sher, S. 158

14. Was versteht man unter einem Potentiometer?

Ein Potentiometer ist ein Widerstand, bei dem durch einen Schleifer ein Teil des Widerstandes abgegriffen werden kann. Legt man an die Enden eines Potentiometers eine Spannung, so kann durch Verschieben des Schleifers zwischen dem Abgriff und einem Ende jede beliebige Spannung zwischen 0 und dem vollen Wert eingestellt werden.

15. Was versteht man unter Spannungsabfall?

Wenn durch einen Widerstand ein Strom fließen soll, so ist dazu eine Spannung erforderlich, die die Bewegung der Elektronen hervorruft. Diese zur Aufrechterhaltung des Stromes verbrauchte Spannung wird als Spannungsabfall bezeichnet. Der Spannungsabfall ist proportional der Stromstärke und dem Widerstand; $U = I \cdot R$.

16. Zu nennen sind einige chemische Stromquellen; ihr physikalisches Prinzip ist zu erläutern!

a) Elemente: Hier stehen sich zwei verschiedene Leiter, Elektroden genannt, in einem Elektrolyten gegenüber. Infolge chemischer Vorgänge entsteht zwischen den beiden Metallen eine Spannung. Bei Taschenlampenbatterien verwendet man einen Kohlestab und einen Zinkbecher als Elektroden.

b) Sammler: Sammler oder Akkumulatoren müssen vor Inbetriebnahme im Gegensatz zu den Elementen durch einen Gleichstrom aufgeladen werden. Beim Bleiakku stehen sich in verdünnter Schwefelsäure mit einem spezifischen Gewicht $\gamma = 1{,}24 \text{ p cm}^{-3}$ eine Blei- und eine Bleidioxydplatte gegenüber. Bei der Entladung verwandelt sich die Bleidioxydplatte zu Blei: bei der Aufladung verläuft dieser Vorgang umgekehrt. Außer dem Bleisammler (etwa 2 V pro Zelle) gibt es noch den Nickel-Cadmium-Sammler, der mit Kalilauge (spezifisches Gewicht $\gamma = 1{,}2 \text{ p cm}^{-3}$) gefüllt ist (1,2 V pro Zelle) und den Silber-Zink-Sammler (1,8 V pro Zelle).

c) Benzin-Aggregate: Hierbei wird durch einen Benzinmotor über einen elektrischen Generator eine Spannung erzeugt.

d) Netzanschluß. AFu, S. 384—387

17. In welcher Weise werden Stromquellen zusammengeschaltet?

Bei Hintereinanderschaltung wird jeweils der Pluspol der einen Quelle mit dem Minuspol der anderen verbunden. Die Gesamtspannung ist gleich der Summe der Teilspannungen. Bei der Parallelschaltung werden die gleichen Pole miteinander verbunden. Es dürfen nur Stromquellen gleicher Spannung parallelgeschaltet werden.

* 18. Welche grundsätzlichen Unterschiede weisen Drehspul- und Weicheiseninstrumente hinsichtlich Aufbau, Wirkungsweise und Eigenschaften auf?

Beim Drehspulinstrument wird eine vom Meßstrom durchflossene Spule im Magnetfeld eines permanenten Magneten gedreht. Die Drehrichtung ist von der Stromrichtung abhängig; der Drehwinkel der Spule und damit der Zeigerausschlag ist proportional der Stromstärke, wodurch sich eine lineargeteilte Skala ergibt. Drehspulinstrumente haben hohe Empfindlichkeit und geringen Eigenverbrauch.
Beim Weicheiseninstrument stehen sich ein an der Drehachse mit dem Zeiger verbundener und ein an der Spule befestigter Eisenstreifen gegenüber. Bei Stromfluß werden beide Streifen gleichartig magnetisiert und stoßen sich daher ab. Die gleichartige Magnetisierung erfolgt auch bei Wechselstrom, so daß der Zeiger immer in derselben Richtung ausschlägt. Die Skala ist ungleichmäßig geteilt. Diese Instrumente besitzen eine mäßige Genauigkeit und haben einen hohen Eigenverbrauch. Gegen Überlastung sind sie unempfindlich.

* 19. Warum eignen sich Weicheiseninstrumente nicht als Antennenstrommesser?

Das Weicheiseninstrument stellt einen großen induktiven Widerstand dar. Der induktive Widerstand ist abhängig von der Induktivität der Spule und von der Frequenz, $R_L = \omega \cdot L$. Da sowohl Induktivität als auch Kreisfrequenz ω sehr hoch sind, würde ein großer Teil der Energie im Instrument verbraucht und nicht an die Antenne gelangen.

20. Wie lauten die Kirchhoffschen Regeln?

Die Kirchhoffschen Regeln gelten für den verzweigten Stromkreis. Sie lauten:
Im verzweigten Stromkreis ist die Summe der Stromstärken in den Zweigen gleich der Stromstärke in der Zu- oder Ableitung.
Im verzweigten Stromkreis verhalten sich die Stromstärken in den Zweigen umgekehrt wie ihre Widerstände.

AFu, S. 31—32

21. **Wie groß ist der Gesamtwiderstand zweier Widerstände $R_1 = 800\,\Omega$ und $R_2 = 200\,\Omega$ a) bei Parallelschaltung, b) bei Reihenschaltung?**

a) $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{800\,\Omega} + \frac{1}{200\,\Omega} = \frac{1}{800\,\Omega} + \frac{4}{800\,\Omega} = \frac{5}{800\,\Omega}$;

$R_p = \frac{800\,\Omega}{5} = 160\,\Omega.$

b) $R_r = R_1 + R_2 = 800\,\Omega + 200\,\Omega = 1000\,\Omega = 1\ k\Omega.$

* 22. **In welcher Weise wird a) bei Voltmetern, b) bei Amperemetern der Meßbereich erweitert?**

a) Dem Voltmeter wird ein Widerstand vorgeschaltet, an dem ein Teil der Gesamtspannung abfällt.

b) Bei Amperemetern wird ein Widerstand parallel zum Meßinstrument geschaltet, so daß über diesen Widerstand ein Teil des Gesamtstromes fließen kann.

AFu, S. 33—35

23. **In welchen Maßeinheiten werden elektrische Leistung und elektrische Arbeit gemessen, und aus welchen Größen kann man sie errechnen?**

Die elektrische Leistung errechnet man als Produkt aus Spannung mal Stromstärke ($N_{el} = U \cdot I$) und mißt sie in Watt (W), kW oder MW.
1 MW = 1000 kW = 1 000 000 W.
Um das Maß für die elektrische Arbeit zu erhalten, wird die Leistung mit der Zeit multipliziert, also $A_{el} = U \cdot I \cdot t$. Sie wird gemessen in Wattsekunden (Ws) oder Kilowattstunden (kWh).
1 kWh = 3 600 000 Ws ($3{,}6 \cdot 10^6$ Ws).
Da in Wechselstromkreisen durch Induktivitäten oder Kapazitäten neben Wirkströmen auch Blindströme fließen, die durch vektorielle Addition zusammen mit den Wirkströmen den Gesamt- oder Scheinstrom ergeben, muß streng zwischen Wirk-, Blind- und Scheinleistung unterschieden werden. Zur Kennzeichnung wird nur die Wirkleistung in Watt angegeben, während Blind- und Scheinleistung in VA (Voltampere) gemessen werden.

* 24. **Was versteht man unter dem Wirkungsgrad einer elektrischen Einrichtung; welchen Höchstwert kann er annehmen?**

Unter dem Wirkungsgrad versteht man das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur aufgenommenen. Er wird meist in Prozent angegeben. Nach dem Energieerhaltungssatz kann der Wirkungsgrad niemals 100 Prozent erreichen oder gar überschreiten.

* 25. Welche Stromstärke fließt durch eine 100 W Glühlampe für 220 V, und welche elektrische Energie wird von ihr in 24 Stunden verbraucht?

$$I = \frac{N}{U} = \frac{100\,W}{220\,V} = 0{,}455\ A. \quad A_{el} = U \cdot I \cdot t = 0{,}1\ kW \cdot 24\ h = 2{,}4\ kWh$$

AFu, S. 35

26. Was versteht man unter elektromagnetischer Induktion?

Jeder elektrische Strom erzeugt ein magnetisches Feld. Umgekehrt erzeugt jedes sich ändernde Magnetfeld einen elektrischen Strom. Diese Entdeckung machte der englische Physiker Faraday. Er formulierte folgendes Induktionsgesetz: Wird ein Leiter in einem Magnetfeld so bewegt, daß er Feldlinien schneidet, so wird in dem Leiter ein elektrischer Strom induziert. Die Stromrichtung ist von Bewegungs- und Magnetfeldrichtung abhängig. Die elektromagnetische Induktion wird zur Erzeugung elektrischer Energie verwendet (Generator).

AFu, S. 40

* 27. Wie verlaufen die Feldlinien von Stab- und Hufeisenmagneten? Wie kann man Bauteile gegenüber diesen Feldern abschirmen?

Da fast alle Feldlinien durch das Eisen verlaufen, ist der Raum hinter dem Blech frei von magnetischen Feldern. Zur Abschirmung von Bauteilen gegenüber magnetischen Feldern verwendet man Eisenblech.

AFu, S. 37



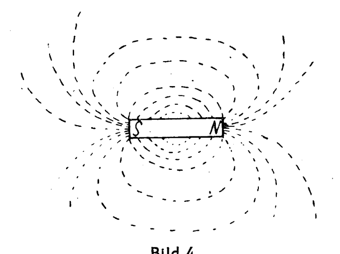


Bild 4
Magnetfeld eines Stabmagneten

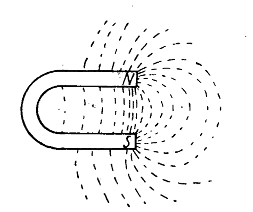


Bild 5
Magnetfeld eines Hufeisenmagneten

* 28. Welche Form hat das magnetische Feld eines geraden stromdurchflossenen Leiters?

Die magnetischen Feldlinien verlaufen als konzentrische Kreise um den Leiter. Es sind in sich geschlossene Kurven.

AFu, S. 38

* 29. **Durch welche Faktoren wird die magnetische Feldstärke einer Spule bestimmt?**

Die magnetische Feldstärke einer Spule ist proportional der Stromstärke und der Anzahl der Windungen, umgekehrt proportional der Länge der Spule; $H = \frac{I \cdot w}{l}$ (Maßeinheit: Ampere-Windungen pro Meter).

30. **Wie ist ein Elektromagnet aufgebaut, und für welche nachrichtentechnischen Bauelemente wird er verwendet?**

Ein Elektromagnet besteht aus einer Spule, in der sich ein Weicheisenkern befindet. Er wird verwendet bei Relais, bei elektrischer Klingel, Fernhörer, Telegraf, Magnetsicherung u. a.

31. **Was ist eine Schwingung, und welche Arten sind bekannt?**

Unter einer Schwingung versteht man die periodische Veränderung einer Größe, z. B. der Länge einer Feder oder der elektrischen und magnetischen Feldstärke elektrischer Schwingungen, wenn sie unter der Einwirkung einer periodisch wirkenden, äußeren Kraft erfolgt. Eine freie Schwingung liegt dann vor, wenn das System nach einmaligem Anstoß ohne äußeren Einfluß weiterschwingt. Bei einer ungedämpften freien Schwingung bleibt die Amplitude konstant, bei einer gedämpften freien Schwingung nimmt sie allmählich ab. Eine durch die Sinusfunktion beschriebene Schwingung nennt man harmonisch.

* 32. **Durch welche Größen wird eine Schwingung charakterisiert?**

Man unterscheidet bei einer Schwingung
- die Auslenkung aus der Ruhelage (Elongation) (x);
- die größte Auslenkung oder Amplitude (x_0);
- die Dauer einer Schwingung oder Periode (T);
- die Zahl der Schwingungen pro Sekunde oder Frequenz (f);
- die Kreisfrequenz, also das Produkt aus der Frequenz und dem Umfang des Einheitskreises 2π. Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f$.

Zwischen der Periode T und der Frequenz f besteht die Beziehung $f = \frac{1}{T}$

An dem Beispiel einer Sinusschwingung sind diese Größen veranschaulicht (Bild 6).

AFu, S. 63—64

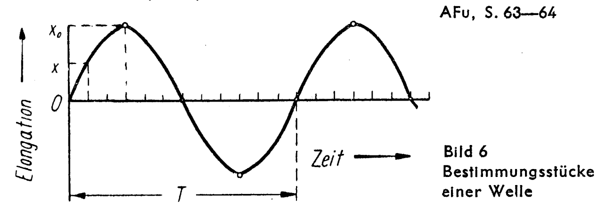


Bild 6
Bestimmungsstücke einer Welle

33. Was ist eine Welle? Was versteht man unter Wellenlänge?

Eine Welle entsteht dadurch, daß sich ein Schwingungsvorgang im Raum ausbreitet. Die Wellenlänge einer Welle ist der Abstand zweier Punkte, die sich in gleicher Schwingungsphase befinden. Zwischen der Wellenlänge und der Frequenz besteht die Beziehung $\lambda = \frac{c}{f}$, wobei c die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Welle ist.

34. In welcher Maßeinheit mißt man die Frequenz?

Die Frequenz mißt man in Hertz (Hz). Ein Hz ist eine Schwingung pro Sekunde. 1 Kilo-Hertz = 1 kH = 1000 Hz; 1 Mega-Hertz = 1 MHz = 1 000 000 Hz.

35. Welche Frequenz besitzt unser Netzstrom?

Unser Netzstrom besitzt eine Frequenz von 50 Hz. In einer Sekunde erfolgen 50 volle Sinusschwingungen. Der Strom ändert also in einer Sekunde 100mal seine Richtung.

* 36. Es sollen umgerechnet werden:

a) 3800 kHz in Meter,

b) 28,5 MHz in Meter.

a) $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300\,000 \text{ km}}{3\,800 \text{ kHz/s}} = 79 \text{ m.}$

b) $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{300\,000 \text{ km}}{28\,500 \text{ kHz/s}} = 10{,}5 \text{ m.}$

37. Was sind Oberwellen, und welche Bedeutung haben sie für den Funkamateur?

Bei jeder nicht sinusförmigen Schwingung treten sogenannte Oberschwingungen auf, deren Frequenz ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist. Mit diesen Oberschwingungen lassen sich bei entsprechender Verstärkung leicht Frequenzvervielfachungen herstellen (z. B. 3,5 MHz auf 7 MHz, 14 MHz, 21 MHz, 28 MHz). Bei Wellen spricht man dann von Oberwellen. Bei der Abstrahlung einer elektromagnetischen Welle von der Antenne werden auch Oberwellen mit abgestrahlt, die u. U. andere Funkdienste stören können (TVI). Durch Schwingkreise und Filter muß die Abstrahlung dieser Oberwellen unterdrückt werden.

* 38. Wie groß ist die Spitzenspannung einer sinusförmigen Wechselspannung $U_{eff} = 200$ V?

$U_{max} = U_{eff} \cdot 1{,}41 = 283$ Volt.

* 39. Was wissen Sie über den Widerstand eines Kondensators im Gleich- und Wechselstromkreis?

Im Gleichstromkreis wirkt ein idealer Kondensator als unendlich großer Widerstand, sperrt also den Gleichstrom. Im Wechselstromkreis ist sein Widerstand abhängig von der Kapazität und der Frequenz. Der kapazitive Widerstand wird kleiner bei Erhöhung der Kapazität und ebenfalls bei Erhöhung der Frequenz. $R_c = \frac{1}{\omega C}$.

AFu, S. 59—60

* 40. In welchen Maßeinheiten werden Kapazitäten gemessen?

Die Einheit der Kapazität ist das Farad (F). Ein Kondensator hat dann eine Kapazität von 1 F, wenn bei einer Ladungsmenge von 1 As zwischen den Platten eine Spannung von 1 V entsteht.

1 Mikrofarad = 1 μF = $\frac{1}{1\,000\,000}$ F; 1 Pikofarad = 1 pF $= \frac{1}{1\,000\,000\,000\,000}$ F.

* 41. Welchen Widerstand hat ein Kondensator von 2 μF bei einer Frequenz von a) 50 Hz, b) 5 kHz?

a) $R_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{10^6}{2\,\pi \cdot 50\text{ Hz} \cdot 2\,\mu\text{F}} = 1590\,\Omega$

b) $R_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{10^6}{2\,\pi \cdot 5000\text{ Hz} \cdot 2\,\mu\text{F}} = 15{,}9\,\Omega$.

* 42. In welcher Weise ändert sich die Gesamtkapazität: a) bei Parallelschaltung, b) bei Reihenschaltung von Kapazitäten?

a) Die Gesamtkapazität ist gleich der Summe der Einzelkapazitäten.
b) Die Gesamtkapazität ist kleiner als die kleinste Einzelkapazität.

AFu, S. 58

* 43. Wie groß ist die Kapazität zweier Kondensatoren von $C_1 = 1\,\mu$F, und $C_2 = 3\,\mu$F: a) bei Parallelschaltung, b) bei Reihenschaltung?

a) $C_p = C_1 + C_2 = 1\,\mu\text{F} + 2\,\mu\text{F} = 4\,\mu\text{F}$.

b) $\frac{1}{C_r} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{1\,\mu\text{F}} + \frac{1}{3\,\mu\text{F}} = \frac{3}{3\,\mu\text{F}} + \frac{1}{3\,\mu\text{F}} = \frac{4}{3\,\mu\text{F}}$;

$C_r = \frac{3\,\mu\text{F}}{4} = 0{,}75\,\mu\text{F}$.

44. Was ist ein Dielektrikum?

Das Dielektrikum ist ein Isolierstoff, der sich zwischen den Platten eines Kondensators befindet.

* 45. Was wissen Sie über den Temperaturkoeffizienten (TK-Wert) der Kapazität bei verschiedenen keramischen Kondensatoren (Calit, Kondensa F usw.)?

Der Temperaturkoeffizient gibt die Veränderung der Kapazität eines Kondensators bei Änderung der Temperatur an. Bei positivem TK-Wert steigt die Kapazität, bei negativem sinkt die Kapazität bei Erhöhung der Temperatur.

46. In welchen Maßeinheiten werden Induktivitäten gemessen, und von welchen Faktoren ist die Induktivität einer Spule abhängig?

Die Einheit der Induktivität ist das Henry (H). Eine Spule hat eine Induktivität von 1 H, wenn bei der Änderung eines Stromes um 1 A innerhalb 1 s eine Gegenspannung von 1 V induziert wird. 1 mH = 10^{-3} H; 1 μH = 10^{-6} H. Die Induktivität ist abhängig von Windungszahl, Querschnitt und Länge der Spule sowie vom Kern, der sich in der Spule befindet. Die Induktivität ist proportional dem Quadrat der Windungszahl, dem Querschnitt der Spule und der Permeabilität des Kerns, jedoch umgekehrt proportional der Länge der Spule.

AFu, S. 50

* 47. Wie kommt die Siebwirkung einer Drosselspule zustande?

Beim Ansteigen der Stromstärke wird in der Drosselspule eine Gegenspannung induziert, so daß die Stromstärke am Ansteigen gehindert wird. Beim Absinken der Stromstärke hat die Induktionsspannung die gleiche Richtung wie die angelegte Spannung, so daß die ursprüngliche Stromstärke aufrechterhalten wird.

* 48. Warum besteht der Kern von Transformatoren und von Drosseln aus einzelnen, voneinander isolierten Blechen?

Durch die dauernde Änderung des Magnetfeldes im Eisenkern entstehen Wirbelströme, die den Kern erwärmen und unnötig Energie verbrauchen. Diese Wirbelströme werden durch die geschichteten Kerne unterdrückt.

AFu, S. 48

49. Was ist ein elektrischer Schwingkreis, und welche Arten gibt es?

Jeder elektrische Schwingkreis besteht aus einer Spule und einem Kondensator. Er ist der wichtigste Teil in Sender und Empfänger. Werden Spule und Kondensator in Reihe geschaltet, so spricht man von einem Reihenschwingkreis (Bild 7). Werden sie parallel geschaltet, so nennt man ihn Sperrkreis (Bild 8).

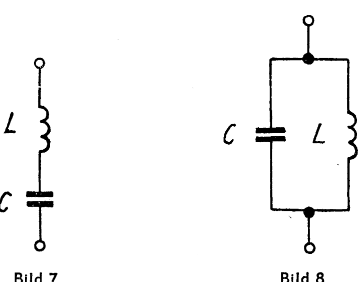


Bild 7
Saugkreis (Reihenschwingkreis)

Bild 8
Sperrkreis (Parallelschwingkreis)

* 50. Wodurch wird die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises bestimmt, und in welcher Weise kann die Frequenz verändert werden?

Die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises der aus einer Spule und einem Kondensator besteht, wird durch die Induktivität der Spule und durch die Kapazität des Kondensators bestimmt. Die Resonanzfrequenz verkleinert sich sowohl bei Vergrößerung der Kapazität als auch der Induktivität. Die Resonanzfrequenz läßt sich mit der Gleichung

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

errechnen.

AFu, S. 65—66

* 51. Ein Schwingkreis ist auf 3500 kHz abgestimmt. Wie muß die Kapazität verändert werden, wenn der Schwingkreis auf eine Resonanzfrequenz von 1750 kHz gebracht werden soll?

Die Kapazität muß auf den vierfachen Wert vergrößert werden, da die Kapazität in der Thomsonschen Schwingungsgleichung (siehe oben) unter der Wurzel steht $(\sqrt{4} = 2)$.

* 52. Was versteht man unter der Dämpfung eines Schwingkreises?

Jeder Schwingkreis besitzt in den Spulenwindungen auch einen Ohmschen Widerstand, der mit Spule und Kondensator in Reihe geschaltet gedacht werden kann. In diesem Wirkwiderstand wird ein Teil der Schwingungsenergie in Wärme umgesetzt, es treten also Verluste an Energie auf, wodurch ein Abklingen der Schwingungen verursacht wird (gedämpfte Schwingungen). Werden die Verluste laufend durch Zufuhr elektrischer Energie ersetzt, so daß die Schwingungsamplitude konstant bleibt, so erhält man ungedämpfte Schwingungen. Der Dämpfungsgrad der Schwingungen hängt von der Größe des Verlustwiderstandes ab. Die Herstellung eines idealen Schwingkreises, d. h. eines solchen ohne Verluste, ist unmöglich.

AFu, S. 63—64, S. 68—70

53. Was sind stehende Wellen?

Stehende Wellen treten auf, wenn die an einer Grenzfläche reflektierte Welle mit der einfallenden Welle interferiert. Es bilden sich Stellen mit maximaler Spannung (Spannungsbauch) und Stellen mit minimaler Spannung (Spannungsknoten) aus. Der Abstand zweier benachbarter Knoten einer stehenden Welle beträgt eine halbe Wellenlänge ($\lambda/2$). Bei elektromagnetischen Wellen entsteht eine stehende Spannungswelle und eine stehende Stromwelle. Der Abstand zwischen zwei benachbarten Schwingungsknoten der Stromwelle und der Spannungswelle beträgt eine viertel Wellenlänge.
Stehende elektromagnetische Wellen kann man mittels Lecher-Leitung nachweisen.

Sher, S. 68—69

54. Was sind Wanderwellen?

Wanderwellen sind elektrische Wellen, die sich längs einer Leitung ausbreiten. Spannung sowie Stromstärke sind an allen Stellen der Leitung gleich groß.

III. Elektronenröhren

1. Was versteht man unter direkt und indirekt geheizten Röhren, und was ist über ihre Verwendungsmöglichkeit zu sagen?

Bei direkt geheizten Röhren ist der Heizfaden gleichzeitig die Katode, von der die Elektroden emittiert werden. Indirekt geheizte Röhren besitzen als Katode ein Nickelröhrchen, auf dem meist eine Barium-Oxyd-Schicht angebracht ist. In diesem Nickelröhrchen befindet sich der Heizfaden, der elektrisch von der Katode isoliert ist. Indirekt geheizte Röhren können mit Wechselstrom geheizt werden, ohne daß sich eine wesentliche Brummeinstreuung bemerkbar macht. Das Röhrchen dient als Wärmespeicher, so daß sich trotz der dauernden Schwankung der Stromstärke eine gleichmäßige Elektronenemission ergibt. Direkt geheizte Röhren müssen mit Gleichstrom geheizt werden. Diese Röhren verwendet man vornehmlich in Batteriegeräten.

AFu, S. 85
Sher, S. 88—92

* 2. Warum wird die Katode einer Röhre mit einer Barium-Oxyd-Schicht überzogen?

Um die Elektronen aus dem Metallverband der Katode herauszubringen, ist eine ganz bestimmte Austrittsarbeit erforderlich. Die Austrittsarbeit bei Barium-Oxyd ist wesentlich geringer als z. B. bei Wolfram. Damit verringert sich auch die Temperatur, auf die man die Katode erhitzen muß.

3. Welcher Unterschied besteht zwischen E- und U-Röhren?

E-Röhren (E = erster Buchstabe der Röhrenkennzeichnung) haben einen Heizfaden, der für eine Heizspannung von 6,3 V ausgelegt ist. Die Heizstromstärke kann dabei sehr unterschiedlich sein. E-Röhren sind im allgemeinen für Wechselstromheizung in Parallelschaltung der Heizfäden gedacht. U-Röhren besitzen einen Heizfaden, der für eine Heizstromstärke von 100 mA ausgelegt ist. Dabei ist der Spannungsabfall bei den einzelnen Röhrentypen unterschiedlich. U-Röhren sind im allgemeinen für Serienheizung in Allstrom-Geräten bestimmt.

4. Welche Funktion hat der Katodenwiderstand einer Röhre?

Der Katodenwiderstand dient zur Erzeugung der Gittervorspannung einer Verstärkerröhre. Über diesen Widerstand fließt der gesamte Katodenstrom der Röhre, der an diesem Widerstand einen Spannungsabfall hervorruft. Die Katode hat also gegenüber der Masse ein posi-

tives Potential. Das Gitter, das über einen Widerstand mit der Masse verbunden ist, besitzt demzufolge gegenüber der Katode ein negatives Potential. Um eine Gegenkopplung durch diesen Katodenwiderstand zu vermeiden, wird dieser durch einen Kondensator großer Kapazität überbrückt (Bild 9).

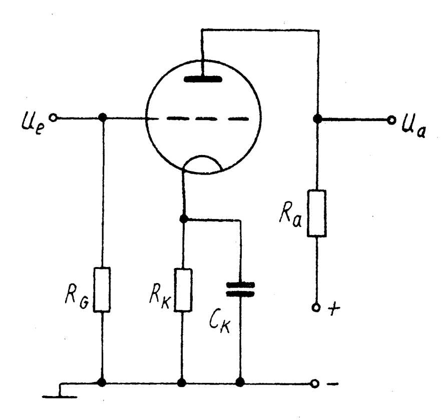


Bild 9. NF-Verstärkerstufe mit Katodenwiderstand

* 5. **Eine Röhre soll bei einem Anodenstrom von 10 mA eine Gittervorspannung von —12 V erhalten. Welche Größe und Belastbarkeit muß der Katodenwiderstand besitzen?**

$$R_k = \frac{U_G}{I_a} = \frac{12\ \text{V}}{10\ \text{mA}} = 1{,}2\ \text{k}\Omega.$$

$$N = U \cdot I = 12\ \text{V} \cdot 10\ \text{mA} = 120\ \text{mW} = 0{,}12\ \text{W}.$$

6. **Welche Funktion haben Katode, Anode und Gitter einer Elektronenröhre?**

Von der Katode werden die Elektronen emittiert, die auf Grund der an der Anode anliegenden positiven Spannung zur Anode fliegen. Das Gitter dient zur Steuerung des Elektronenstromes. Stark negativ aufgeladen, schwächt es den Anodenstrom, weniger negativ aufgeladen, läßt es den Anodenstrom ansteigen.

7. Welchem Zweck dient eine Diode und Duodiode?

Diode und Duodiode sind Röhren zur Gleichrichtung von Wechselströmen. Die Diode besitzt eine Katode sowie eine Anode und ist zur Einweg-Gleichrichtung bestimmt. Die Duodiode besitzt eine Katode sowie zwei Anoden und dient zur Zweiweg-Gleichrichtung.

Sher, S. 85—88
AFu, S. 88—91

8. Was versteht man unter der I_a-U_g-Kennlinie einer Röhre?

In ein Koordinatensystem trägt man auf der senkrechten Achse den Anodenstrom I_a in mA und auf der waagerechten Achse die Gittervorspannung U_g in V auf. Bei einer bestimmten Röhre wird durch Messungen festgestellt, welcher Anodenstrom zur jeweiligen Gittervorspannung gehört. Verbindet man die einzelnen Meßpunkte, so erhält man als Kurve die I_a-U_g-Kennlinie der Röhre (Bild 10).

AFu, S. 91—92

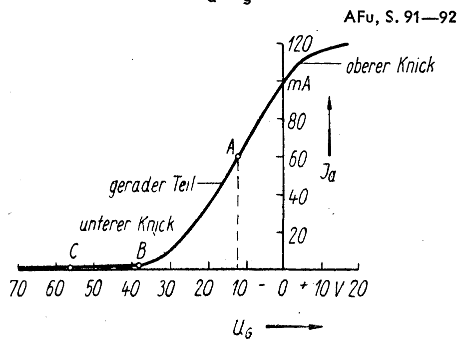


Bild 10. I_a-U_g-Kennlinie einer Triode

* 9. Was versteht man unter Steilheit, Durchgriff und innerem Widerstand einer Röhre?

Unter der Steilheit ist der Anstieg der Kennlinie im geraden Teil zu verstehen (Bild 11). Die Steilheit bedeutet also das Verhältnis von Anodenstromänderung zu Gitterspannungsänderung bei konstanter Anodenspannung. Steilheit $S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g}$. Aus der Zeichnung kann man für die Steilheit ermitteln $S = \frac{5\ mA}{2\ V} = 2{,}5\ mA/V$.

In ähnlicher Weise werden in einem Kennlinienfeld Durchgriff und innerer Widerstand abgelesen. Der Durchgriff ist das Verhältnis der

Gitterspannungsänderung zur Anodenspannungsänderung bei konstantem Anodenstrom. $D = \frac{\Delta U_g}{\Delta U_a}$. Der Durchgriff wird oft in Prozent angegeben. Unter dem inneren Widerstand versteht man das Verhältnis von Anodenspannungsänderung zur Anodenstromänderung bei konstanter Gitterspannung. $Ri = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$.

AFu, S. 91—93
Sher, S. 103—109

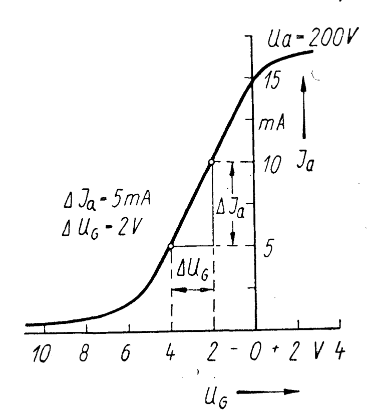


Bild 11. Definition der Steilheit

* 10. Erläutere an Hand der Kennlinie den Unterschied zwischen A-, B- und C-Betrieb einer Verstärkerschaltung!

Durch die Wahl der Gittervorspannung ist es möglich, den Arbeitspunkt der Röhre auf einen beliebigen Teil der Kennlinie zu legen (Bild 10). Liegt der Arbeitspunkt in der Mitte des geraden Teiles der Kennlinie, so spricht man von A-Betrieb. Von B-Betrieb ist die Rede, wenn der Arbeitspunkt im unteren Knick der Kennlinie liegt. Bei C-Betrieb ist die Gittervorspannung so hoch, daß der Arbeitspunkt links des unteren Knickes liegt.

AFu, S. 98—99

11. Was versteht man unter Mehrgitterröhren?

Mehrgitterröhren besitzen außer dem Steuergitter noch zusätzliche Gitter, die zwischen Steuergitter und Anode angeordnet sind.
Ein weiteres Gitter (Schirmgitter) macht aus der Triode eine Tetrode,

die einen größeren Innenwiderstand und auch einen größeren Spannungsverstärkungsfaktor hat als eine Triode. Eine Röhre mit insgesamt 3 Gittern (Steuergitter, Schirmgitter, Bremsgitter) heißt Pentode.

Sher, S. 114—117
S. 120—123
S. 128, 129

* 12. Welche Nachteile weisen Trioden gegenüber Pentoden auf?

Die Nachteile der Trioden gegenüber den Pentoden sind folgende:

a) sie haben eine große Gitter-Anoden-Kapazität,

b) einen großen Durchgriff und

c) einen geringen Innenwiderstand, der sich für manchen Verwendungszweck als nachteilig erweist.

In der UKW-Technik werden Trioden wegen ihrer Rauscharmut den Pentoden häufig vorgezogen.

AFu, S. 104—106

13. Was versteht man unter Regelröhren?

Regelröhren sind Elektronenröhren, deren Gitterwindungen mit unterschiedlicher Steigung gewickelt sind. Dadurch erhält die I_a-U_g-Kennlinie eine gekrümmte Form (Exponentialkurve), die bei kleiner Gittervorspannung steil, bei größerer Vorspannung flacher verläuft. Durch die Änderung der Gittervorspannung können somit Steilheit und Verstärkungsfaktor variiert werden.

Sher, S. 125—126

14. Was bedeutet die Bezeichnung EABC 80?

E = 6,3 V Heizung, A = Diode, B = Duodiode, C = Triode. Es handelt sich also um eine Verbundröhre, die 3 Röhrensysteme in einem Kolben vereinigt.

Sher, S. 129—130

* 15. Eine Triode ist

a) in Katodenbasis-,

b) in Gitterbasis- und

c) in Anodenbasisschaltung zu zeichnen!

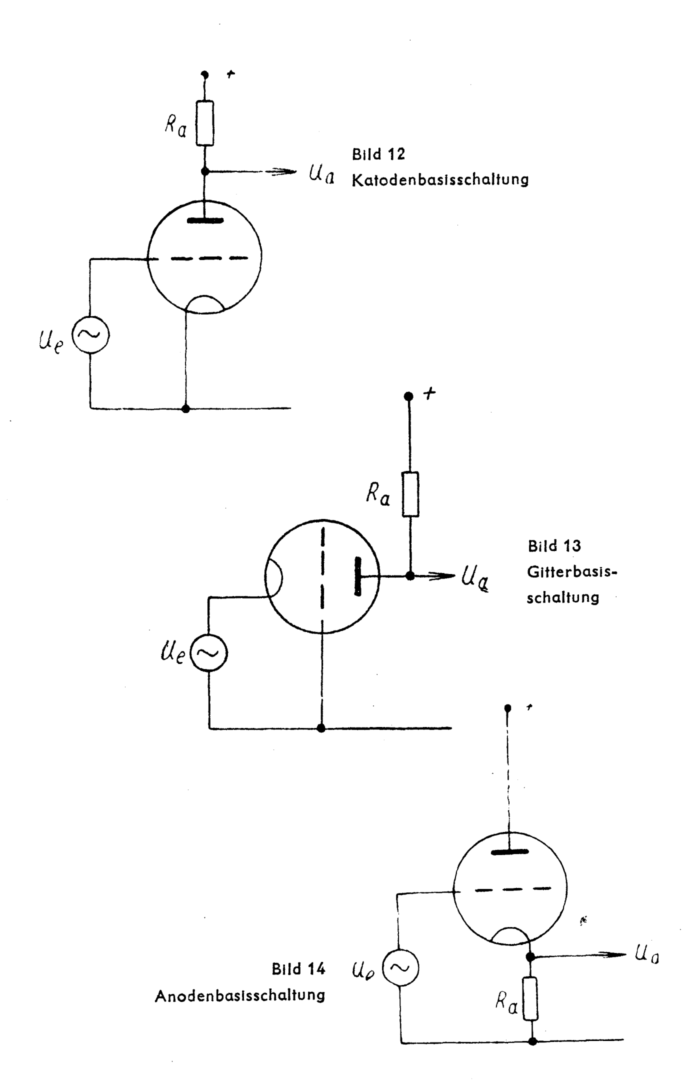


Bild 12
Katodenbasisschaltung

Bild 13
Gitterbasisschaltung

Bild 14
Anodenbasisschaltung

IV. Halbleiter

1. Aus welchen Materialien sind Halbleiter-Gleichrichter aufgebaut, und wo werden diese verwendet?

Halbleitergleichrichter bestehen aus einem Halbleiter (z. B. Selen, Kupferoxydul, Germanium oder Silizium), der mit einem Metall in inniger elektrischer Verbindung steht. An der Grenzfläche und in den Randschichten zwischen Metall und Halbleiter treten Erscheinungen auf, die einen angelegten elektrischen Strom nur in Richtung vom Halbleiter zum Metall passieren lassen. Bei entgegengesetzter Polarität weist die Grenzschicht einen so großen Widerstand auf, daß der Stromfluß praktisch gesperrt wird. Halbleitergleichrichter sind als Kristalldetektoren (veraltet), Kupferoxydul- und Selengleichrichter für Meßzwecke und in Gleichrichterschaltungen für technischen Wechselstrom allgemein bekannt. Halbleiterkristall-Dioden auf Germanium- oder Siliziumbasis ersetzen in zunehmendem Maße Röhrendioden in Funkgeräten.

2. Welche Vor- und Nachteile haben Halbleiter-Gleichrichter gegenüber Röhrendioden?

Germanium-Dioden und Silizium-Gleichrichter sind wesentlich leichter und kleiner als Elektronenröhren. Sie haben eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer und benötigen keine Heizspannung. Nachteilig ist für manche Zwecke der auch in Sperrichtung noch fließende geringe Rückstrom.

3. Was versteht man unter einem Transistor, wie sieht sein Schaltbild aus, und welche Namen haben die einzelnen Elektroden?

Der Transistor ist ein Verstärkerbauelement, das ähnlich wie Elektronenröhren verwendet werden kann. Es gibt sogenannte Spitzentransistoren und Flächentransistoren. Heute werden fast ausschließlich Flächentransistoren verwendet, da sie elektrisch stabiler, rauschärmer und höher belastbar sind.
Die drei Elektroden sind: Basis, Emitter und Kollektor.

AFu, S. 370

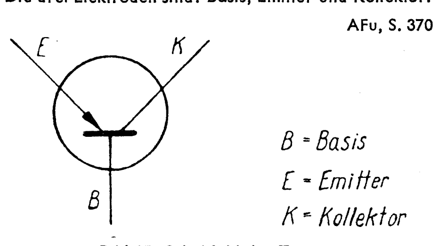


Bild 15. Schaltbild des Transistors

* 4. Welche Materialien werden zur Herstellung des Transistors benutzt, und wie ist er aufgebaut?

Zur Herstellung von Transistoren verwendet man die gleichen Materialien wie für Germanium-Dioden. Bereits bei der Herstellung wird die Basis, die als Scheibe aus einem Germaniumkristall ausgeschnitten wird, an beiden Seiten mit Fremdatomen versetzt. Dadurch entstehen drei Zonen (n-Schicht mit Elektronenüberschuß und p-Schichten mit Elektronenmangel), die die gewünschte Leitfähigkeit besitzen und als Basis, Emitter und Kollektor dienen.

AFu, S. 370

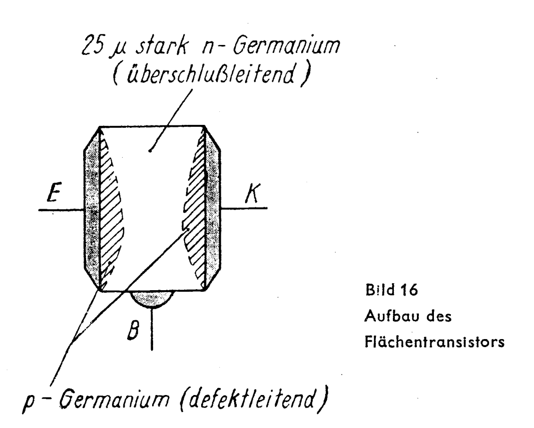


Bild 16
Aufbau des
Flächentransistors

5. Welche Vorteile und welche z. Z. noch bestehenden Nachteile besitzt der Transistor gegenüber der Elektronenröhre?

Heute gibt es Transistoren für sämtliche Gebiete der Elektronik. Sie können fast alle Aufgaben übernehmen, die bisher von Röhren erfüllt wurden. Dabei benötigen Transistoren keine Heizspannung, sie kommen mit niedrigen Betriebsspannungen (1 bis 20 V) aus, haben eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer, ein wesentlich kleineres Gewicht und Volumen als Röhren, und ihr Wirkungsgrad beträgt ein Vielfaches des Wirkungsgrades der Röhre. Nachteilig sind der höhere Herstellungspreis, die Temperaturempfindlichkeit, der höhere Rauschfaktor, der geringere Verstärkungsgrad, die niedrigere Grenzfrequenz und der Bedarf an Steuerleistung.

AFu, S. 368—369

* 6. Röhren- und Transistoren-Grundschaltungen sind zu vergleichen!

Die Elektroden des Transistors sind mit den Elektroden einer Triode vergleichbar. Dementsprechend ist die Basis-Grundschaltung (Bild 18) mit der Gitterbasisschaltung vergleichbar. Die Emittergrundschaltung entspricht der Katodenbasisschaltung (Bild 17 und 19).

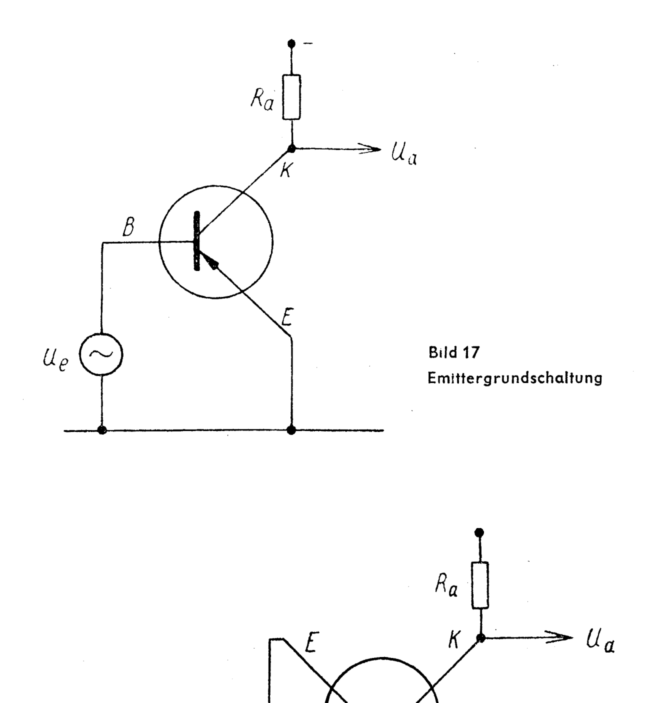


Bild 17
Emittergrundschaltung

Bild 18
Basisgrundschaltung

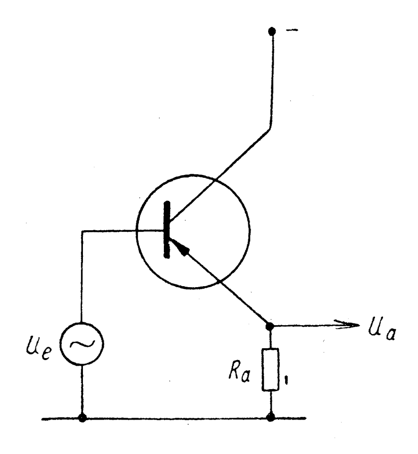


Bild 19
Kollektorgrundschaltung

* 7. Was versteht man unter Strom-, Spannungs- und Leistungsverstärkung sowie der Grenzfrequenz des Transistors?

Das Verhältnis der Ausgangsstromänderung ΔI_a zur Änderung der Steuerstromstärke ΔI_e bezeichnet man als Stromverstärkung $\alpha = \frac{\Delta I_a}{\Delta I_a}$.

α ist bei der Basisgrundschaltung immer kleiner als 1. Zur Unterscheidung wird die Stromverstärkung bei Emittergrundschaltung mit α' bezeichnet. Analog gilt für die Spannungsverstärkung $\beta = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_e}$.

Die Leistungsverstärkung γ ist dem Produkt $\alpha \cdot \beta$ proportional. Der Verstärkungsgrad eines Transistors ist frequenzabhängig. Die Frequenz, bei der der Stromverstärkerfaktor auf das 0,7fache seines Wertes gegenüber 1 kHz abgesunken ist, bezeichnet man als Grenzfrequenz. Diese ist bei den verschiedenen Grundschaltungen unterschiedlich. Sie liegt bei NF-Transistoren in Basisschaltung bei 300 kHz und in Emitterschaltung bei 20 kHz.

AFu, S. 371—373

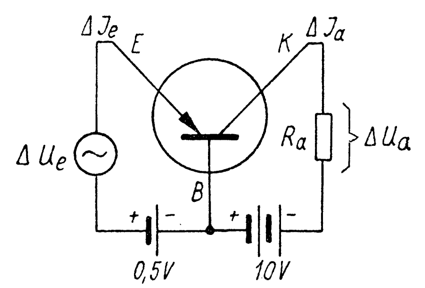


Bild 20. Definition der Strom- und Spannungsverstärkung

* 8. Was versteht man unter einem Transverter, und wie ist er aufgebaut?

Der Transverter ist ein Spannungs- und Stromartenwandler, mit dessen Hilfe ohne mechanisch bewegte Teile eine kleine Spannung (z. B. 6 V aus einer Batterie) in eine höhere Spannung (z. B. 100 V) umgeformt werden kann. Ein oder zwei Transistoren sind in einer Schwingschaltung aufgebaut, werden von der Batterie gespeist und geben die zerhackte Gleichspannung an die Primärseite eines Transformators. An der Sekundärseite wird der hochgespannte Strom abgenommen und gleichgerichtet. Der Transverter ersetzt in transportablen Funkgeräten die schwere Anodenbatterie.

AFu, S. 381—383

V. Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

1. Welche Ausbreitungsarten, speziell der kurzen Wellen, unterscheiden wir?

Wir unterscheiden Raumstrahlung und Bodenstrahlung. Man spricht auch von Raum- und Bodenwelle.

2. Welcher der beiden Strahlungen kommt die größere Bedeutung zu und warum?

Für den Kurzwellenempfang ist ausschließlich die Raumwelle von Bedeutung, weil mit ihrer Hilfe eine Nachrichtenübermittlung über große Entfernungen möglich ist.

3. Welche Eigenschaften besitzt die Bodenwelle?

Die Bodenwelle pflanzt sich — wie schon der Name sagt — längs der Erdoberfläche fort und wird je nach Frequenz mehr oder weniger stark absorbiert. Je höher die Frequenz der ausgestrahlten Schwingung, desto geringer die Reichweite der Bodenwelle. Die Reichweite der Bodenwelle ist außerdem stark von der Sendeleistung abhängig.

4. Der Ausbreitungsmechanismus der Raumwelle soll im Prinzip erklärt werden!

Die Raumwelle wird je nach Art der Sendeantenne mehr oder weniger schräg nach oben gestrahlt und an reflektierenden Schichten in der Ionosphäre, die im Prinzip wie Spiegel wirken, zur Erde zurückgeworfen. (Dabei gilt das optische Reflexionsgesetz: Einfallwinkel = Ausfallwinkel.) Auf der Erdoberfläche wird der Funkstrahl erneut zur Ionosphäre reflektiert, und dieser Vorgang wiederholt sich. Die Ausbreitung erfolgt also in Sprüngen (Bild 21).

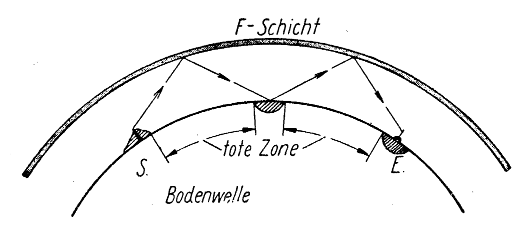


Bild 21. Ausbreitung der Raumwelle

* 5. Wie groß ist ungefähr die Sprungentfernung bei einer Sendefrequenz von 14 MHz?

Etwa 1000 bis 3000 km. Für eine Verbindung nach den USA sind also rund 6 bis 2 Sprünge erforderlich.

* 6. In der Ionosphäre sind mehrere reflektierende Schichten bekannt. Welche sind das, und in welcher Höhe über der Erdoberfläche liegen sie etwa?

Die reflektierenden Schichten sind folgende: D-Schicht bis ~ 80 km, E-Schicht 100 bis 120 km, F-Schicht 200 bis 800 km. Im Sommer spaltet sich die F-Schicht noch in eine F_1- und F_2-Schicht.

7. Wodurch entstehen die reflektierenden Schichten?

Ihre Entstehung ist durch die Sonnenstrahlung, hauptsächlich durch die ultraviolette Strahlungskomponente, bedingt.

* 8. Es ist zu erläutern, in welcher Weise die drei genannten Schichten an der Ausbreitung beteiligt sind!

D-Schicht: wirkt im Kurzwellenbereich nur dämpfend, Reflexionen finden nicht statt. E-Schicht: Bei genügender Dichte der Schicht finden Reflexionen statt, die Sprungentfernung ist relativ kurz (< 1000 km). F-Schicht: An ihr finden die Reflexionen statt, die für den DX-Verkehr benötigt werden.

9. a) Was sind short-skip-Bedingungen?
b) Auf welchen Bändern treten sie auf?
* c) Wie sind sie zu erklären?

a) Short-skip heißt kurzer Sprung. Wenn derartige Bedingungen bestehen, sind auf den hochfrequenten Bändern Verbindungen über kurze Entfernungen (100 bis 800 km) möglich, dabei liegen die Lautstärken bei s 9 und darüber.

b) Die Bedingungen treten besonders auf 28, 21 und 14 MHz in Erscheinung, sie können bis etwa 60 MHz wirksam sein.

* c) Bei short-skip Bedingungen finden die Reflexionen ausschließlich an der E-Schicht, bzw. an der sog. sporadischen E-Schicht statt. Durch intensive ultraviolette Strahlung der Sonne (besonders im Sommer) werden die Reflexionseigenschaften in dieser Schicht besonders gut. Dadurch können die Strahlen hoher Frequenz zur Erde zurückgebrochen werden. Die sporadische E-Schicht hat oft wolkenähnlichen Charakter, sie ist also keine geschlossene „Fläche". Diese Wolken wandern, und dadurch bestehen derartige Ausbreitungsbedingungen oft nur für kurze Zeit.

* 10. Was versteht man unter M-Reflexion, wie kommt sie zustande?

An der M-Reflexion sind zwei Schichten beteiligt, die F- und die (sporadische) E-Schicht. Der Strahlenverlauf ist aus Bild 22 ersichtlich. Die E-Schicht ist also mit ihrer „Oberseite" beteiligt. Über M-Reflexion kommen Verbindungen zustande, für die unter normalen Bedingungen kein Ausbreitungsweg gegeben ist.

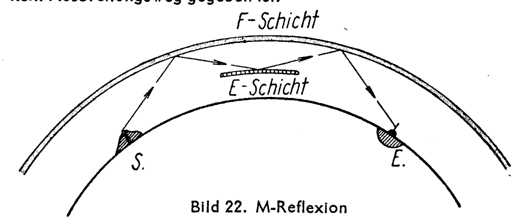


Bild 22. M-Reflexion

11. Worin besteht der grundsätzliche Unterschied in der Ausbreitung der Kurzwellen und der Ultrakurzwellen?

Die Ausbreitung der Kurzwellen erfolgt, wie oben erwähnt, über reflektierende Schichten in der Ionosphäre. Eine betriebssichere Ausbreitung der Ultrakurzwellen ist zunächst über eine Entfernung gegeben, über die theoretisch Sicht möglich ist.

* 12. Können größere Entfernungen, als in Frage 11 erwähnt, überbrückt werden? Wenn ja, wodurch?

Größere Reichweiten entstehen durch eine Beugung des Funkstrahls auf seinem Wege durch die unteren Schichten der Atmosphäre, es kommt eine Beugung an den Wassertröpfchen in der Atmosphäre zustande.

Noch größere Reichweiten, die man als Überreichweiten bezeichnet, können unter besonderen Wetterbedingungen erzielt werden. Bei Temperaturumkehr (Inversion) in der Atmosphäre ergeben sich Dichte-Änderungen innerhalb der Luftmassen, und an der Trennstelle (Kaltluft/Warmluft) sind immer dann Reflexionen möglich, wenn der Funkstrahl aus einem dichten Medium in ein weniger dichtes übergehen muß. Das ist bei der sog. Bodeninversion dann der Fall, wenn sich innerhalb eines Hochdruckgebietes nach Sonnenuntergang die bodennahen Luftschichten schneller abkühlen (und damit dichter werden) als die höheren Schichten.

Eine weitere Möglichkeit der Reflexion ultrakurzer Wellen an Trennflächen von Luftmassen verschiedener Dichte ist in g r ö ß e r e r Höhe z. B. dann gegeben, wenn sich Warmluftmassen auf Kaltluftmassen aufschieben, d. h., wenn ein Tiefdruckgebiet auf ein Hochdruckgebiet trifft. Daher stammt die Faustregel: Guter UKW-Empfang über große Entfernung kündigt schlechtes Wetter an.

13. Was versteht man unter toter Zone?

Die tote Zone ist der Bereich um den Sender, in dem kein Empfang möglich ist. Diese Erscheinung entsteht dadurch, daß die Bodenwelle nicht mehr hörbar ist, weil sie vollständig absorbiert wurde, und die Raumstrahlung ist noch nicht hörbar, weil die reflektierte Welle hier noch nicht auftritt. Der Radius der toten Zone ist von der Sendefrequenz, der Tages- und der Jahreszeit abhängig (Bild 21).

14. Was ist ein Mögel-Dellinger-Effekt (MDE), und wie kommt er zustande?

Ein MDE ist eine ganz plötzlich einsetzende Schwunderscheinung mit einer Dauer von wenigen Minuten bis zu mehreren Stunden. Der MDE ist gekennzeichnet durch äußerst starke Dämpfung, ja sogar völlige Auslöschung des Empfanges. Er tritt nur auf Funklinien in Erscheinung, die ganz oder zum größten Teil im Tageslicht liegen. Niedere Frequenzen werden stärker in Mitleidenschaft gezogen als hohe. Der MDE hat seine Ursachen in einer starken Wasserstofferuption auf der Sonne, bei der gleichzeitig eine außerordentlich intensive ultraviolette Strahlung ausgesandt wird. Durch die ultraviolette Strahlung bildet sich in 50 bis 80 km Höhe eine stark dämpfende Schicht aus (D-Schicht), die die darüberliegenden Schichten völlig abschirmt. Dadurch kann eine Reflexion an der E- und F-Schicht nicht mehr erfolgen. An dieser kräftigen D-Schicht können UKW u. U. reflektiert werden.

15. Was versteht man unter Schwund (Fading, QSB), und wie kommt er zustande?

Schwund macht sich durch laufende Feldstärkeschwankungen am Empfangsort bemerkbar. Er kann verschiedene Ursachen haben. Die bekannteste ist das Zusammentreffen der Raum- und Bodenwelle am Empfangsort. Durch die unterschiedliche Länge des zurückgelegten Weges kommen die beiden Wellenzüge mit unterschiedlicher Phasenlage an, und die Amplituden addieren oder subtrahieren sich.
Am sog. Interferenzschwund ist nur die Raumwelle beteiligt. Durch verschiedene Ausbreitungswege können sich auch hier Laufzeitunterschiede ergeben.

* 16. Was versteht man unter „Aurora-Effekt"?

Es wird damit eine Ausbreitungsmöglichkeit für UKW (insbesondere im 2-m-Band) bezeichnet. Beim Auftreten von Nordlicht werden ultrakurze Wellen an den Nordlichtern reflektiert. Die Richtantennen des Senders und Empfängers müssen dabei nach Norden gerichtet sein. Der Ton des Senders wird bei der Reflexion in einer charakteristischen Weise moduliert; t 9 vermindert sich auf t 3. Telefonieverkehr ist unmöglich.

17. Was versteht man unter oberer Grenzfrequenz (MUF)?

Die obere Grenzfrequenz ist die Frequenz, die bei senkrechter Lotung (Sender und Empfänger am gleichen Ort) gerade noch reflektiert wird.

Zu Ausbreitungsfragen siehe AFu, S. 114—118
Sher. S. 52—61

VI. Stromversorgung

1. Welche Stromquellen finden bei Amateurfunkstellen Anwendung?

Folgende Stromquellen werden in der Praxis verwendet:

a) Primärelemente, wie Monozellen, Anodenbatterien;
b) Sekundärelemente (Akkumulatoren);
c) Gleich- und Wechselstromnetzanschluß;
d) Dynamos oder Generatoren, die entweder von Hand oder durch Verbrennungsmotoren angetrieben werden.

AFu, S. 384—386

2. Der grundsätzliche Unterschied zwischen Primär- und Sekundärelementen ist zu nennen!

Primärelemente sind nach der Herstellung sofort betriebsbereit, aber nur beschränkte Zeit betriebsfähig. Ungünstig ist, daß sie bei längerer Lagerung austrocknen bzw. sich selbst verbrauchen.
Sekundärelemente sind nach der Herstellung erst aufzuladen. Die Aufladungen können bis zum natürlichen Verschleiß der Batterie wiederholt werden. Die Lebensdauer der Akkumulatoren wird entscheidend durch Wartung und Pflege bestimmt.

3. Was ist zu tun, wenn in einem Bleisammler die Platten nicht mehr vollständig von Schwefelsäure bedeckt werden?

In diesem Fall ist destilliertes Wasser nachzugießen, bis die Platten wieder vollständig von Säure umgeben sind. Destilliertes Wasser ist deshalb nachzugießen, weil beim Gasen der Batterie nur Wasser verloren geht, das wieder ersetzt werden muß. Die Säure bleibt vollständig erhalten.

* 4. Wodurch wird die einer Batterie entnehmbare Stromstärke bestimmt?

Die entnehmbare Stromstärke wird durch die Größe der Elektrodenflächen bestimmt. Je größer diese Flächen einer Batterie, um so größer die entnehmbare Stromstärke und umgekehrt.

5. Welche Stromquellen werden für den Betrieb eines Batterieempfängers benötigt?

Batterien werden benötigt:

a) für die Heizung der Röhren,
b) für die Anoden- und Schirmgitterspannungen der Röhren,
c) für die negative Gittervorspannung.

* 6. Welche Möglichkeiten bestehen, um aus einer Niederspannungsquelle (z. B. 6 V) eine hohe Gleichspannung zu erhalten?

Das ist möglich durch

a) Verwendung eines Maschinenumformers, z. B. Einankerumformer;
b) Verwendung eines Wechselrichters (Zerhackerteil);
c) Anwendung eines Transverters.

* 7. Der Netzteil für einen Einkreis-Gleichstrom-Empfänger ist zu zeichnen!

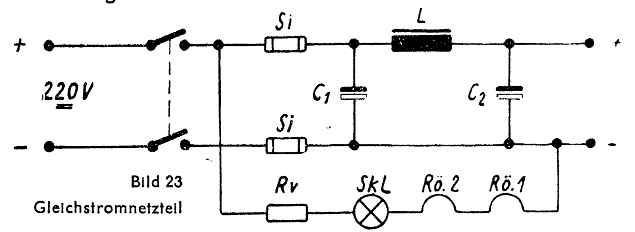


Bild 23
Gleichstromnetzteil

8. Worauf ist bei Gleich- und Allstromgeräten besonders zu achten?

Bei Gleich- und Allstromempfängern ist das Chassis häufig galvanisch mit dem Netz verbunden. In diesem Fall muß darauf geachtet werden, daß im Betriebszustand keine Berührung des Chassis oder anderer nichtisolierter Bedienungselemente durch den Menschen erfolgt. Die Erdung des Gerätes ist über einen Trennkondensator vorzunehmen. Ebenso sind Mikrofon, Kopfhörer usw. über Trennkondensatoren oder besser unter Zwischenschaltung von Transformatoren anzuschließen. Günstiger ist es jedoch, bereits beim Bau von Allstromgeräten das Chassis netzspannungsfrei zu halten.

9. Der Netzteil für einen Allstromempfänger (O-V-1) soll gezeichnet werden!

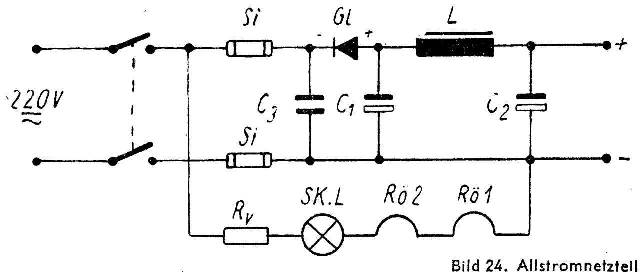


Bild 24. Allstromnetzteil

10. Welche beiden Grundformen der Gleichrichtung gibt es?

a) Einweg-Gleichrichtung,
b) Zweiweg-Gleichrichtung. AFu, S. 387

11. Wie arbeitet eine Einweg-Gleichrichterschaltung?

Durch ein Ventil in Form einer Röhrendiode oder eines Selengleichrichters wird jeweils nur eine Halbperiode des Wechselstromes hindurchgelassen, so daß sich nach der Gleichrichtung ein stark pulsierender Gleichstrom ergibt. AFu, S. 388
Sher, S. 138

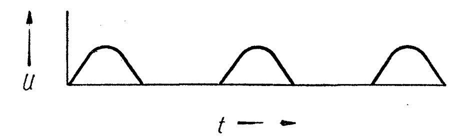


Bild 25. Pulsierender Gleichstrom bei Einweg-Gleichrichtung

12. Wie arbeitet ein Zweiweg-Gleichrichter, und welche Vorteile bestehen gegenüber der Einweg-Gleichrichtung?

Bei der Zweiweg-Gleichrichtung nutzt man beide Halbwellen der Wechselspannung aus. Dementsprechend können die Siebmittel sparsamer bemessen sein. AFu, S. 389
Sher, S. 139

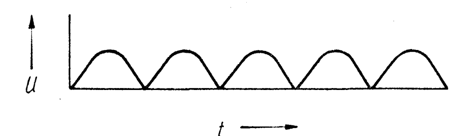


Bild 26. Pulsierender Gleichstrom bei Doppelweg-Gleichrichtung

13. Aus welchen Bauteilen besteht eine Siebkette, und welche Aufgaben haben diese zu erfüllen?

Die Siebkette besteht aus Ladekondensator, Siebdrossel und Siebkondensator.
Der Ladekondensator hat die Aufgabe, die durch die Gleichrichtung auftretenden Spannungslücken auszugleichen, zu egalisieren.
Die Siebdrossel läßt den Gleichstrom passieren, stellt jedoch dem Wechselstromanteil (Brummspannung) einen großen Widerstand entgegen.

Der Siebkondensator bildet für noch vorhandene Brummspannungen einen Kurzschluß (in Bild 23 und 24 L, C_1, C_2).

AFu, S. 394—396
Sher, S. 142—145

14. Bei welcher Stromart können Netztransformatoren angewandt werden?

Netztransformatoren können grundsätzlich nur bei periodischen Wechselströmen (50 bzw. $16^2/_3$ Hz) sowie bei „zerhacktem" Gleichstrom angewandt werden. Der Anschluß von Netztransformatoren an Gleichstrom führt unweigerlich zur Zerstörung der Sicherung.

AFu, S. 46—48

15. Welche Aufgabe hat ein Netztrafo?

Der Netztransformator hat die Aufgabe, die vorhandene Netzwechselspannung in die erforderlichen Spannungen und Ströme zum Betrieb von elektrischen Geräten umzuwandeln.

16. Welcher Unterschied besteht zwischen einer Windung und einer Wicklung?

Eine Windung ist eine Umdrehung um den Trafokern bzw. Spulenkörper. Mit Wicklung wird die Gesamtheit der zusammenhängenden Windungen, z. B. Primärwicklung, Heizwicklung usw., bezeichnet.

* 17. Wie verhalten sich bei einem Transformator Spannungen, Windungszahlen und Stromstärken?

Die Sekundärspannung ist proportional der Sekundärwindungszahl, $U_p : U_s = W_p : W_s$. Die Stromstärken verhalten sich umgekehrt wie die Spannungen, also auch umgekehrt wie die Windungszahlen, $I_p : I_s = U_s : U_p = W_s : W_p$. Diese Beziehungen gelten exakt nur für den verlustfreien Transformator.

AFu, S. 46—47

* 18. Welche Verluste treten in einem Transformator auf?

Man spricht von Kupfer- und Eisenverlusten. Die Kupferverluste entstehen durch den Ohmschen Widerstand der Wicklungen, an dem Spannungsabfälle auftreten. Die Eisenverluste sind auf die dauernden Ummagnetisierungen des Eisenkerns zurückzuführen. Der Gesamtwirkungsgrad des Trafos beträgt etwa 90 bis 95 Prozent.

AFu, S. 48

* 19. Auf einem vorhandenen Netztrafo befindet sich u. a. eine Heizwicklung von 4 V und 2 A. Benötigt werden jedoch 6,3 V und 2 A. Die 4-V-Wicklung besitzt 20 Windungen. Raum für Zusatzwindungen ist vor-

handen. Wieviel Windungen sind noch aufzubringen, und wie dick muß der Draht sein?

Die Windungszahl pro Volt ist $\frac{\text{Wdg}}{\text{U}} = \frac{20\ \text{Wdg}}{4\ \text{V}} = 5\ \frac{\text{Wdg}}{\text{V}}$; für 6,3 V brauchen wir insgesamt $5\ \frac{\text{Wdg}}{\text{V}} \cdot 6{,}3\ \text{V} = 31{,}5\ \text{Wdg}$; also sind noch 11,5 Wdg. aufzubringen. Die Drahtstärke bleibt gleich, da die gleiche Stromstärke fließen wird.

20. Wie kann eine schlechte Siebung verbessert werden?

Sie kann durch Vergrößerung der elektrischen Werte der Kondensatoren und der Drossel verbessert werden.

* 21. Was ist bei Siebketten für Quecksilberdampf-Gleichrichter zu beachten?

Die Siebkette muß zur Verminderung des für die Gleichrichterröhre schädlichen Spitzenstromes mit einem Drosseleingang versehen sein (Bild 27). Das erklärt sich aus dem sehr kleinen Innenwiderstand der Hg-Röhren.

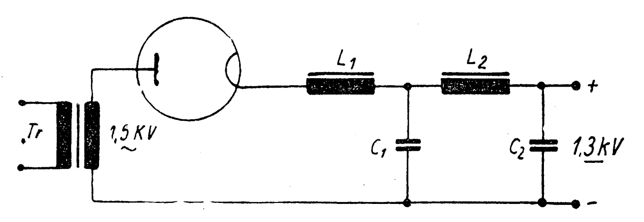


Bild 27. Siebkette für Quecksilberdampf-Gleichrichter

22. Was ist beim Einschalten von Quecksilberdampf-Gleichrichtern zu beachten?

Die Anodenspannung darf bei diesen Gleichrichtern erst nach der vorgeschriebenen Anheizzeit zugeschaltet werden. Es ist zweckmäßig, diesen Vorgang durch Einschalten eines Relais in den Stromkreis einer ndirekt geheizten Gleichrichterröhre oder durch ein Thermorelais zu automatisieren.

Sher, S. 149—152

* 23. Welche Spannungen und Stromstärken muß ein Netzteil liefern, wenn das Gerät mit den Röhren EF 86 und EL 84 als NF-Verstärker bestückt ist?

Zunächst sind die bei Betrieb auftretenden Strom- und Spannungswerte aus den Röhrentabellen zu entnehmen. Sie betragen:

Anodenspannung	EL 84		250 V
Anodenstrom	EL 84	36 mA	
Schirmgitterstrom	EL 84	4,1 mA	
Anodenstrom	EF 86	0,9 mA	
Schirmgitterstrom	EF 86	0,2 mA	
Strombedarf insgesamt		41,2 mA	
Heizspannung			6,3 V
Heizstrom	EF 86	0,2 A	
Heizstrom	EL 84	0,76 A	
Strombedarf für Sk-Lampe		0,3 A	
Heizstrombedarf gesamt		1,26 A	

Demnach muß der Netzteil liefern:
a) Anodenspannung 250 V, etwa 50 mA;
b) Heizspannung 6,3 V, etwa 1,3 A.

* 24. Wieviel Watt muß der Trafo des unter Frage 23 behandelten Netzteiles haben?

Sekundärseitig ist folgende Leistung erforderlich:
a) Anodenleistung = 250 V · 0,05 A — etwa 12,5 W;
b) Heizleistung = 6,3 V · 1,3 A — etwa 8,5 W
Insgesamt etwa 21 Watt.

Unter Beachtung des Wirkungsgrades wäre ein Trafo von rund 30 W für diesen Netzteil ausreichend.

* 25. Welche Spannung tritt in einem Gleichrichter-Netzteil im unbelasteten Zustand auf, wenn der Transformator eine Sekundärspannung von 300 V effektiv abgibt?

Im Leerlauf lädt sich der Ladekondensator auf die Spitzenspannung, also $300 \cdot \sqrt{2} = 424$ V auf. Zeitweise leerlaufende Netzgeräte (im Sender bei Telegrafiebetrieb) sollte man deshalb unbedingt durch einen parallel zum Ladekondensator liegenden Drahtwiderstand belasten, durch den etwa 20 mA Strom fließen. Im genannten Fall müßte der Widerstand etwa 15 bis 20 kΩ bei 10 bis 15 W Belastbarkeit haben.

* 26. Wie wirkt sich der Innenwiderstand eines Gleichrichters auf die Stabilität der Gleichspannung bei Belastung aus?

Der Innenwiderstand der Gleichrichterröhre und der Wicklungswiderstand des Trafo sind bestimmend für die Stabilität des Stromversorgungsgerätes bei Belastung. Je größer die Widerstände sind, desto größer werden auch die Spannungsabfälle bei Belastung sein. Kleiner Innenwiderstand, wie er z. B. bei Quecksilberdampf-Gleichrichterröhren anzutreffen ist, ergibt auch bei hohen Belastungen keine nennenswerten Spannungsschwankungen.

* 27. Das Schaltbild eines kombinierten Anoden- und Gittervorspannungsnetzteiles mit der Röhre EZ 12 und einem Selengleichrichter soll gezeichnet werden!

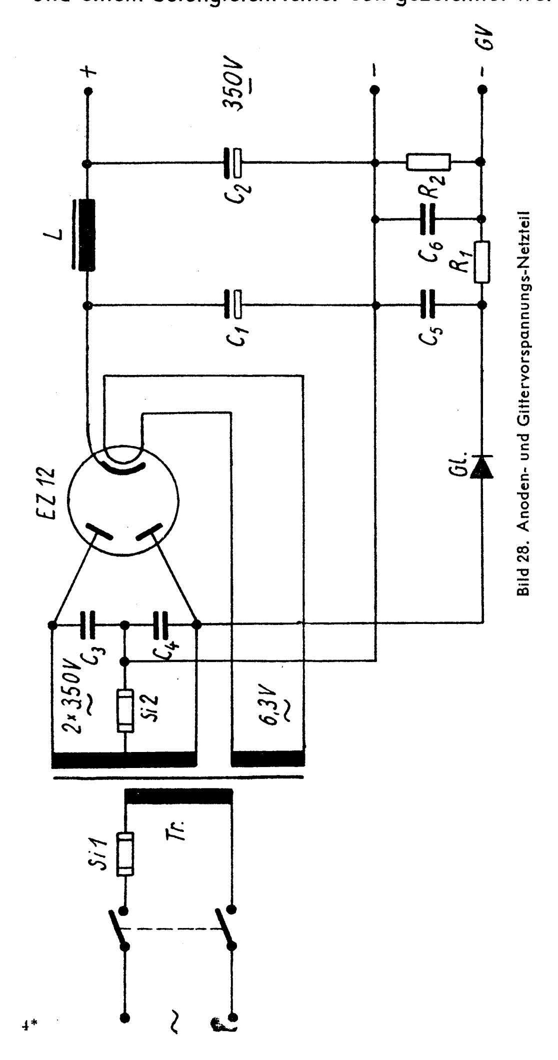


Bild 28. Anoden- und Gittervorspannungs-Netzteil

*** 28. Welche allgemeinen Anforderungen sind an ein Sender-Netzanschlußgerät zu stellen?**

Ein Sender-Netzanschlußgerät muß folgende Forderungen erfüllen:

a) alle erforderlichen Spannungen und Ströme in der notwendigen Größe zur Verfügung stellen;

b) die benötigten Spannungen dürfen sich auch bei Belastung nicht wesentlich verändern. Die Spannungen für die Steuerstufe sind zu stabilisieren und müssen auch bei Netzspannungsänderungen konstant bleiben;

c) sämtliche Gleichspannungen sind ausreichend zu sieben;

d) der Eingang des Netzteiles ist zu verdrosseln, um ein Abfließen von HF in das Netz zu vermeiden.

*** 29. Welche Möglichkeiten bestehen, um aus einem Gleichrichter mehrere Spannungen zu entnehmen?**

Durch den Einbau von Spannungsteilern (Widerstand mit Abgriffen — Bild 29) oder durch die Verwendung von Glimmröhren-Stabilisatoren mit mehreren Elektroden (Bild 30) lassen sich aus einem Gleichrichter mehrere Spannungen entnehmen. Die Verwendung von Stabilisatoren hat den Vorteil, daß die entnommene Spannung konstant bleibt.

AFu, S. 396—399

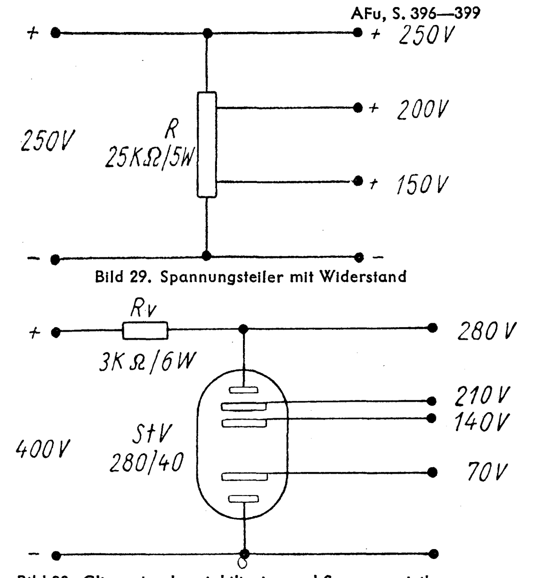


Bild 29. Spannungsteiler mit Widerstand

Bild 30. Glimmstreckenstabilisator und Spannungsteiler

* 30. Ein Netzgerät ist mit der Glättungsröhre GR 20—21 bestückt. Die Brennspannung U der Röhre beträgt 150 V, ihr Regelbereich $I_{min} = 10$ mA bis $I_{max} = 60$ mA.

a) Wie groß muß mindestens die Betriebsspannung U_B sein?

b) Welche maximale Stromstärke darf dem Gerät entnommen werden, wenn der Regelbereich nicht überschritten werden soll?

c) Wie groß muß der Vorwiderstand R_v sein, wenn die Betriebsspannung 330 V beträgt?

d) Für welche Belastung N ist der Vorwiderstand anzulegen?

a) $U_B \geqq 1{,}5\ U \qquad \geqq 1{,}5 \quad 150\ \mathrm{V} \geqq 225\ \mathrm{V}.$

b) $I = I_{max} - I_{min} = 60\ \mathrm{mA} - 10\ \mathrm{mA} = 50\ \mathrm{mA}.$

c) $R_v = \dfrac{U_v}{I_{max}} = \dfrac{U_B - U}{I_{max}} = \dfrac{330-150}{0{,}06} = \dfrac{180\ \mathrm{V}}{0{,}06\ \mathrm{A}} = 3000\,\Omega.$

d) $N = U_v \cdot I_{max} = 180\ \mathrm{V} \cdot 0{,}06\ \mathrm{A} = 10{,}8 \approx 12\ \mathrm{W}.$

* 31. Eine Graetz-Gleichrichterschaltung ist zu zeichnen, ihre Eigenschaften sind zu erläutern!

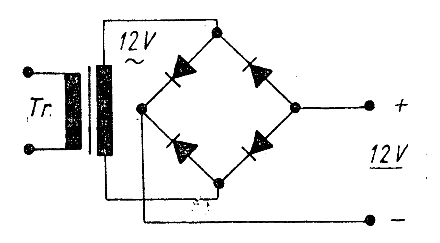


Bild 31. Graetzgleichrichter

Der Graetz-Gleichrichter gestattet auch dann Vollweg-Gleichrichtung, wenn die Sekundärwicklung des Transformators keine Mittelanzapfung besitzt. Den Graetz-Gleichrichter findet man häufig in Meßschaltungen, zur Erzeugung von Relaisspannungen u. a.

AFu, S. 391
Sher, S. 140, S. 154

* 32. Was versteht man unter einer Delonschaltung, und wann wird sie angewandt?

Eine Delonschaltung ist eine sogenannte Spannungsverdopplerschaltung, bei der durch besondere Anordnung von Gleichrichtern und Kondensatoren eine vorhandene Netz- oder Trafospannung um 50 bis 100 Prozent erhöht werden kann. Die Schaltung kann nur für kleine Stromentnahmen (max. etwa 250 mA) verwendet werden, da der Vergrößerung der Kondensatoren, die die Wirkung der Schaltung wesentlich beeinflussen, eine natürliche Grenze gesetzt ist.

AFu, S. 392
Sher, S. 140—141

* 33. Wozu verwendet man Eisenwasserstoffwiderstände, und worauf ist ihre Wirkung zurückzuführen?

Eisenwasserstoffwiderstände werden zur Stabilisierung von Stromstärken benutzt. Im Senderoszillator empfiehlt sich die Stabilisierung des Heizstromes. Die Wirkung beruht auf der Widerstandserhöhung der Metalle bei Temperaturerhöhung. Wird die angelegte Spannung vergrößert, dann erwärmt sich der Eisendraht stärker, so daß ein größerer Spannungsabfall an ihm auftritt. Die Wasserstoffüllung hat den Zweck, eine Oxydation (Verbrennung) des Eisendrahtes zu verhindern und einen Teil der entstehenden Wärme abzuleiten.

Sher, S. 257

VII. Kurzwellen-Empfänger

1. Welche Art von Empfängern werden im Amateur-Kurzwellenbetrieb benutzt?

   Man verwendet Geradeaus-Empfänger mit 1 bis 3 Kreisen und Überlagerungsempfänger mit 4 bis 20 Kreisen.

2. Beschreibe Vor- und Nachteile der beiden Empfänger-Typen!

   Der Geradeaus-Empfänger ist billig, leicht aufzubauen, besitzt eine gute Empfindlichkeit, hat aber eine schlechte Trennschärfe.
   Der Superhet hat neben hoher Empfindlichkeit auch eine gute Trennschärfe, ist aber wesentlich teurer und schwieriger aufzubauen sowie abzugleichen, als der Geradeaus-Empfänger.

3. Was bedeutet die Bezeichnung 0-V-1?

   Mit 0-V-1 bezeichnet man einen Einkreis-Empfänger mit zwei Röhren. 0 = keine HF-Vorstufe, V = Audion-Stufe, 1 = NF-Stufe.

   AFu, S. 126-128

4. Mit welchen Abkürzungen werden Überlagerungs-Empfänger gekennzeichnet?

   Die Bezeichnung ist SH mit einer angehängten Zahl, welche die Anzahl der Röhren angibt. Der Doppel-Superhet wird mit SSH... gekennzeichnet.

5. Was bedeutet AVC, und wann wird dieser abgeschaltet?

   AVC bedeutet automatischer Schwundausgleich. Es ist günstiger, ihn beim Empfang von Telegrafiesendungen abzuschalten. Die Empfindlichkeitsregelung des Empfängers erfolgt dann mit Hilfe eines Potentiometers, das die Gittervorspannungen der HF- und ZF-Röhren verändert.

   AFu, S. 135—139
   Sher, S. 329—332
   Spr, S. 280—285

6. Welche spezifischen Anforderungen werden an einen Kurzwellen-Amateurempfänger gestellt?

   Dieser muß vor allem folgende Eigenschaften aufweisen:
   a) große Empfindlichkeit und Selektivität (Trennschärfe),
   b) hohe Frequenzkonstanz,
   c) Spreizung der Bänder über etwa vier Fünftel der Skala,
   d) Empfangsmöglichkeit für die Betriebsarten A 1 und A 3 als Mindestforderung,
   e) nach Möglichkeit S-Meter zur qualitativen und quantitativen Messung der Feldstärke.

   AFu, S. 120—121
   Spr, S. 19

7. Wann und wo werden Saugkreise in Amateurempfängern angewendet?

Saugkreise haben die Aufgabe, störende bzw. unerwünschte Signale zu unterdrücken. Sie werden z. B. zum Reinhalten der ZF in Überlagerungsempfängern am Eingang zwischen Antennenanschluß und Masse eingeschaltet, um auf der ZF einfallende Sender und deren Oberwellen abzuleiten.

8. Wie kann die Frequenz eines Schwingkreises innerhalb eines Amateurbandes geändert werden?

Die Resonanzfrequenz eines Schwingkreises kann innerhalb eines Amateurbandes durch

a) Verändern des Abstimmkondensators (kapazitive Abstimmung) oder
b) Verändern der Induktivität mittels HF-Eisen- oder Metallkernes (induktive Abstimmung) variiert werden.

* 9. Was ist bei Bandwechsel hinsichtlich der Schwingkreise zu beachten?

Bei Bandwechsel werden in der Regel die Spulen (bei größeren Empfängern in Verbindung mit den Bandsetz- oder Serienkondensatoren) ausgewechselt bzw. umgeschaltet.

10. In welcher Weise kann die Bereichumschaltung im Empfänger vorgenommen werden?

Das kann erfolgen durch:

a) Verwendung von Steckspulen und Spulenkästen wie z. B. im Einkreisempfänger oder im AQST,
b) Verwendung von Wellenschaltern aus verlustarmem Isoliermaterial,
c) Verwendung von Spulenrevolvern. Spr, S. 50—59

11. Was versteht man unter Bandspreizung?

Bandspreizung ist die Ausdehnung eines relativ kleinen Frequenzabschnittes über den größten Teil der Abstimmskala.

* 12. Wie wird die Bandspreizung technisch gelöst?

Im Amateurempfänger kann die Bandspreizung wie folgt gelöst werden:

a) mit elektrischer Verkürzung des Abstimmkondensators durch Serienschaltung eines kleinen Festkondensators. Zur Abstimmung auf das Band wird dieser Kombination noch eine Kapazität parallelgeschaltet;
b) der Abstimmkondensator wird nicht parallel zur gesamten Schwingkreisspule, sondern an einen ihrer Abgriffe gelegt.

AFu, S. 73—77
Spr, S. 37—41

* 13. Welche Aufgaben haben die einzelnen Stufen des Empfängers?

Jede Stufe eines Empfängers hat eine bestimmte Funktion zu erfüllen, die entsprechend dem Aufbau und dem Typ des Empfängers für die Gesamtfunktion notwendig ist. HF-Stufen verstärken die von der Antenne kommenden Signale. Das Audion hat die Aufgabe, die anliegenden HF-Signale gleichzurichten, die NF-Amplitude von der HF zu trennen und gleichzeitig die NF zu verstärken. NF-Verstärkerstufen bringen das NF-Signal auf die erforderliche Lautstärke. In Superhet-Empfängern hat die Oszillatorstufe die Aufgabe, eine Hilfsfrequenz zu erzeugen, die in der Mischstufe mit der Eingangsfrequenz gemischt wird. Aus dem entstehenden Frequenzgemisch wird eine Frequenz, die Zwischenfrequenz, ausgesiebt und in den nachfolgenden ZF-Stufen weiter verstärkt. In der Gleichrichterstufe (Demodulator) erfolgt die Gleichrichtung der anliegenden ZF.

AFu, S. 129—135

* 14. Zu nennen sind die wichtigsten Kopplungsarten zwischen NF-Stufen!

Die drei wichtigsten Kopplungsarten sind:

a) die R-C-Kopplung,

b) die Transformatoren-Kopplung,

c) die Drossel-Kopplung.

Sher, S. 191—207

* 15. Es soll das Schaltbild einer R-C-Kopplung dargestellt werden!

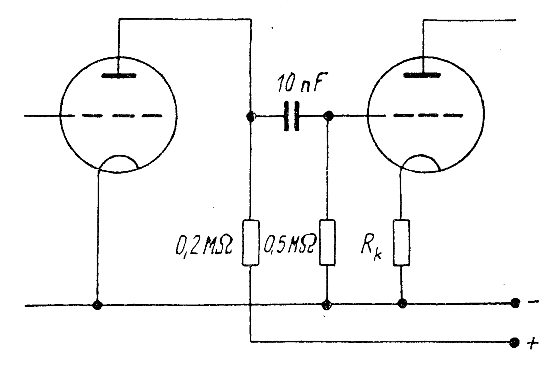


Bild 32. NF-R-C-Kopplung

* 16. Welche Aufgaben haben Tonselektionsschaltungen?

Diese Schaltungen haben die Aufgabe, eine bestimmte NF (z. B. 800 Hz) besonders gut zu verstärken. Benachbarte Frequenzen dagegen sollen weitgehend unterdrückt werden. Durch Tonselektionsschaltungen ist niederfrequenzseitig eine Trennschärfeerhöhung möglich.

Spr, S. 65

* 17. Welchen Zweck erfüllt die Rückkopplung?

Die Rückkopplung hat die Aufgabe, die Empfindlichkeit von Audion- oder auch von HF- und ZF-Stufen zu erhöhen. Hierdurch wird infolge der Schwingkreisentdämpfung gleichzeitig die Trennschärfe verbessert. Bei der Rückkopplung wird ein Teil der verstärkten HF phasengleich auf den Eingang der Stufe zurückgeleitet, was die Entdämpfung des Schwingkreises bewirkt.

Sher, S. 321—327

18. Wie kann die Rückkopplung bei einem 0-V-1 geregelt werden?

Im 0-V-1 kann der Grad der Rückkopplung durch folgende Maßnahmen variiert werden:

a) durch die Veränderung einer Kapazität zwischen Anode und Rückkopplungsspule,

b) durch Veränderung der Schirmgitterspannung,

c) durch Veränderung der Anodenspannung,

d) durch Veränderung des Kopplungsgrades zwischen Rückkopplungs- und Gitterkreisspule,

e) durch die Be- bzw. Entdämpfung der Rückkopplungsspule mit einem Ohmschen Widerstand.

Spr, S. 44—49

19. Was ist beim 0-V-1 hinsichtlich der Eichung bei der Verwendung verschiedener Antennen zu beachten?

Das Verwenden verschiedener Antennen führt meist zu einer Beeinflussung der Eichung des Empfängers. Durch eine lose Ankopplung der Antenne läßt sich dieser Mangel verringern, jedoch nicht vollständig beseitigen.

Spr, S. 42—44

20. Wie ist das Einstellen der Rückkopplung bei A 1, A 3, F 3 vorzunehmen?

Bei den einzelnen Betriebsarten ist die Rückkopplung wie folgt einzustellen:

A 1. Bis zum Schwingungseinsatz anziehen. In dieser Stellung ist die beste Empfindlichkeit vorhanden. Ein weiteres Anziehen der Rückkopplung bewirkt, daß die Empfindlichkeit wieder absinkt.

A 3. Rückkopplung bis kurz vor den Schwingungseinsatz anziehen.

F 3. Die Einstellung erfolgt ebenfalls bis kurz vor den Schwingungseinsatz, die Kreise des Empfängers sind aber auf ein Seitenband der empfangenen Station abzustimmen.

Sher, S. 324

21. Welche Empfänger benötigen keine Rückkopplung?

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Superhet-Empfänger kann auf eine Rückkopplung verzichtet werden. Nur Klein-Superhets, die in der ZF eine Audion-Schaltung verwenden, bedienen sich der Rückkopplung.

Größere Überlagerungsempfänger sind so trennscharf und empfindlich, daß eine Rückkopplung keinen Gewinn mehr bringt. A1-Signale müssen dann aber mit Hilfe eines besonderen Überlagerers (BFO) hörbar gemacht werden.

Spr, S. 261—276

22. Was unterscheidet den Superhet vom Geradeaus-Empfänger?

Während bei Geradeaus-Empfängern die Empfangsfrequenz verstärkt, gleichgerichtet und das nach der Demodulation vorhandene NF-Signal in den folgenden NF-Stufen weiter verstärkt wird, tritt bei Superhet-Empfängern etwas grundsätzlich Neues hinzu. Die Empfangsfrequenz wird in der Mischstufe mit einer im Empfänger erzeugten Hilfs- oder Oszillatorfrequenz überlagert. In der Mischstufe entsteht nunmehr u. a. eine neue Frequenz, die sogenannte Zwischenfrequenz. Diese Zwischenfrequenz wird in den nachfolgenden ZF-Stufen verstärkt, demoduliert und dann wie im Geradeaus-Empfänger weiter behandelt.

AFu, S. 129—130
Sher, S. 298—304
Spr, S. 118—120

* 23. Das Blockschaltbild eines Achtkreis-Kurzwellen-Superhets ist zu zeichnen!

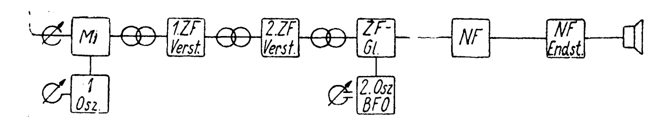


Bild 33. Blockschaltbild eines Einfach-Superhets (8 Kreise)

* 24. Welche Stufen des Superhets bestimmen maßgeblich das Empfängerrauschen?

Die Rauschspannung des Superhets ist größer als die eines 0-V-1. Das Rauschen wird vor allem durch die Misch- und HF-Verstärkerröhren hervorgerufen. Das geringste Rauschen haben Trioden.

Spr, S. 109—212

25. Welche Aufgabe hat im Superhet der BFO?

Er hat die Aufgabe, unmodulierte Signale hörbar zu machen. Der BFO selbst ist ein Oszillator geringer Leistung, der etwa 1000 Hz unter- oder oberhalb der ZF des Empfängers schwingt.

Spr, S. 265—276

* 26. An welche Stufe im Superhet wird der BFO angeschlossen?

Der BFO wird über eine kleine Kapazität an die Diode des ZF-Gleichrichters angeschlossen. Bei eingeschaltetem BFO ergibt sich eine Überlagerung der ZF durch die BFO-Frequenz. Die Interferenzfrequenz wird dann im NF-Verstärker weiter verstärkt. Um eine bessere Anpassung der HF-Spannung des BFO mit den Empfangssignalen zu erreichen, kann man die Spannung des BFO-Signals regelbar ausführen.

27. Was versteht man unter der Trennschärfe eines Empfängers?

Die Trennschärfe eines Empfängers gibt an, wie breit das von den Schwingkreisen durchgelassene Frequenzband ist. Exakte Angaben über die Trennschärfe liefert die Bandbreite des Empfängers. Als Bezugsgröße für die Bandbreite werden die Frequenzen angegeben, bei denen die Amplitude auf den 0,7fachen Wert gegenüber der Resonanzfrequenz abgesunken ist.

Spr, S. 234—242

* 28. Was wird unter Treffsicherheit eines Kurzwellenempfängers verstanden?

Unter Treffsicherheit eines Empfängers versteht man seine Eigenschaft, die gewünschte Frequenz auch nach Umschaltungen stets genau an der Eichstelle der Skala wieder erscheinen zu lassen.

29. Weshalb ist die Trennschärfe des Superhets größer als die des Geradeaus-Empfängers?

Superhet-Empfänger können, ohne daß Gleichlaufschwierigkeiten oder unlösbare Probleme der Bereichumschaltung auftreten, mit beliebig vielen Zwischenfrequenzkreisen ausgestattet werden. Die Zwischenfrequenzkreise werden meist als Bandfilter aufgebaut. Da jeder Kreis seinen Teil zur Trennschärfe beiträgt, wird die Trennschärfe unvergleichlich besser als beim Geradeaus-Empfänger.

30. Wo werden Bandfilter in Empfängern eingesetzt?

Bandfilter werden vorwiegend in den ZF-Stufen von Überlagerungsempfängern eingesetzt. Aber auch im Empfängereingang finden Bandfilter Verwendung. Bandfilter bestehen aus mindestens zwei abgestimmten Kreisen, die miteinander gekoppelt sind.

Spr, S. 237

* 31. Wie kann der Kopplungsfaktor bei Bandfiltern geregelt werden?

Der Kopplungsgrad ist regelbar

a) durch die Veränderung der Entfernung der Bandfilterspulen,

b) durch die Veränderung einer Kapazität zwischen den Bandfilterspulen,

c) durch die Stellung der Eisenkerne zwischen den beiden Bandfilterspulen,

d) durch die Verwendung verschiedener Kopplungswindungen zwischen den Spulen.

Spr, S. 246—252

* 32. Welchen Zweck erfüllt das Quarzfilter?

Quarzfilter werden zur Erhöhung der Selektivität eingesetzt. Infolge seines geringen Dämpfungsfaktors besitzt der Quarz eine sehr geringe Bandbreite und ergibt eine steile Resonanzkurve. Wird vor den Quarz ein Schwingkreis geschaltet, so kann die Durchlaßbreite des Filters geregelt werden. Die Durchlaßbreite ist am größten, wenn die Resonanzfrequenz des Kreises mit der des Quarzes übereinstimmt.

Spr, S. 252—261

* 33. Es soll ein Quarzfilter gezeichnet werden!

AFu, S. 139—144
Spr, S. 252—262

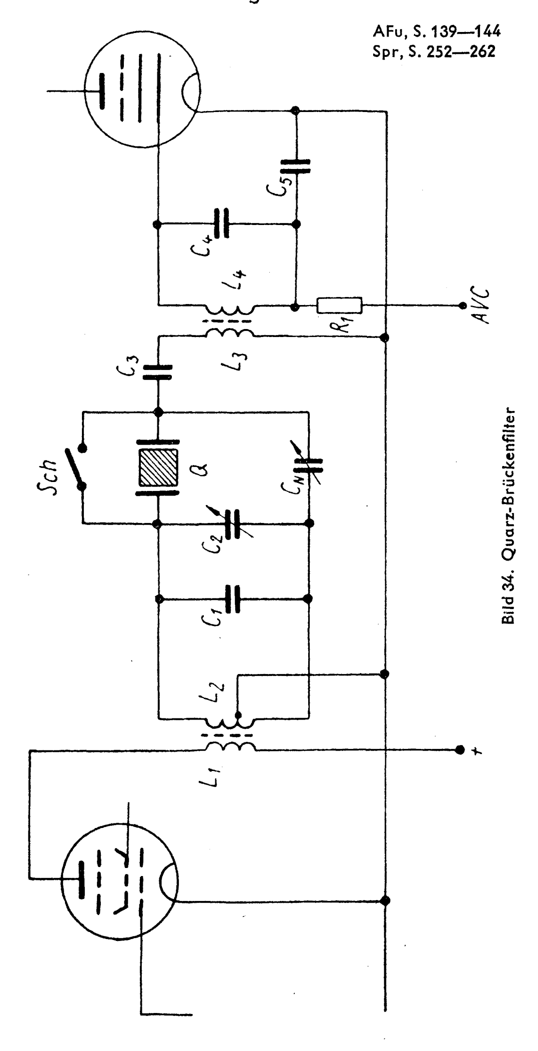


Bild 34. Quarz-Brückenfilter

34. Was versteht man unter einem Doppel-Superhet?

Der Doppel-Superhet verwendet zwei verschiedene Zwischenfrequenzen. Das erfordert gleichzeitig auch zwei Oszillatoren (BFO nicht mit eingerechnet). Im Doppel-Superhet wird die Forderung nach höchster Empfindlichkeit und Trennschärfe sowie bester Spiegelfrequenzsicherheit weitgehend realisiert. Die Auswahl der beiden Zwischenfrequenzen ist für den Erfolg entscheidend. AFu, S. 157—161
S. 181—187

* 35. Welche Vor- und Nachteile bringt die Verwendung einer niederen bzw. einer hohen ZF im Superhet?

Die Wahl der Zwischenfrequenz eines Superhets ist entscheidend für Leistung und Eigenschaften des Gerätes. Eine niedrige ZF (50 bis 500 kHz) bringt große Verstärkung und gute Trennschärfe mit sich. Jedoch ist die Anfälligkeit für Spiegelfrequenzen groß. Eine hohe ZF (1,5 bis 10 MHz) ergibt zwar eine gute Spiegelselektion, jedoch den Nachteil geringen Verstärkungsgrades der ZF-Stufen und weniger gute Trennschärfe. Im Doppel-Superhet werden beide Zwischenfrequenzen angewandt und dadurch ein optimales Ergebnis erzielt.

36. Welche Aufgabe hat der Schwundausgleich (AVC)?

Der Schwundausgleich hat die Aufgabe, auftretende Feldstärkeschwankungen des Eingangssignals durch Veränderung des Verstärkungsgrades des Empfängers selbsttätig auszugleichen. Der Empfänger muß also bei Vorliegen eines schwachen Signals eine große Empfindlichkeit besitzen. Treten starke Signale am Eingang auf, wird automatisch die Empfindlichkeit des Empfängers heruntergeregelt, so daß an seinem Ausgang eine nahezu gleichbleibende Lautstärke auftritt. Der Schwundausgleich wird vor allem bei A2- und A3-Betrieb eingeschaltet, während bei A1-Betrieb ohne ihn gearbeitet wird.

* 37. Woraus erklärt sich die Wirkung des Schwundausgleichs?

Die an der Gleichrichterdiode anfallende Gleichspannung wird an die Steuergitter der regelbaren Vorröhren (HF- und ZF-Stufen), aber auch auf eine NF-Stufe zur Änderung der Steilheit und damit der Verstärkung geleitet.

38. Welche Aufgabe hat das S-Meter?

Das S-Meter hat die Aufgabe, die am Empfängereingang anliegende Feldstärke der einzelnen Sender quantitativ anzuzeigen. Bei einer genauen Eichung des S-Meters ist eine objektive Beurteilung der Gegenstation möglich, was für rein gehörmäßige Einschätzung nicht zutreffen kann.

AFu, S. 144—146
Sher, S. 333
Spr, S. 290—292

* 39. Nenne einige Möglichkeiten zur Schaltung eines S-Meters!

Das S-Meter wird im einfachsten Falle an die Anodenleitung einer geregelten ZF-Röhre geschaltet. Kompliziertere S-Meter-Schaltungen sind auf dem Prinzip des Röhrenvoltmeters aufgebaut. Eine weitere Möglichkeit ist die Gleichrichtung der NF-Spannung am Empfängerausgang. Die gleichgerichtete NF-Spannung wird dann einem Milliampere-Meter zugeleitet.

AFu und Spr wie oben

* 40. Für welche praktischen Zwecke verwendet man im Empfänger Röhrendioden?

Röhrendioden werden im Empfänger vorwiegend zur Empfangs- bzw. ZF-Gleichrichtung und zur Erzeugung der Regelspannung für den Schwundausgleich benutzt. Weitere Anwendungsgebiete finden Röhrendioden bei Röhrenvoltmetern (S-Meter), Störbegrenzerschaltungen und der automatischen Scharfabstimmung.

41. Was versteht man unter einem Converter?

Converter sind Kurzwellen-Vorsatzgeräte. Der Converter enthält meist eine oder zwei HF-Vorstufen, sowie Misch- und Oszillatorstufe. Sein Ausgang ist für eine Frequenz ausgelegt, die im nachgeschalteten Empfänger eingestellt werden kann und die nicht durch andere Stationen belegt ist. Wird der Converter vor einen Einfach-Superhet geschaltet, so erhält man einen Doppel-Superhet.

* 42. Welche Spannungen wird man im Kurzwellenempfänger zweckmäßig stabilisieren?

Im Kurzwellensuperhet sollten die Spannungen der Oszillatoren einschließlich des BFO stabilisiert werden. Im Geradeaus-Empfänger empfiehlt es sich, die Betriebsspannungen für das Audion zu stabilisieren.

* 43. Welche Maßnahmen sind bei einem Kurzwellenempfänger zu treffen, wenn sich die eingestellte Empfangsfrequenz durch Erwärmung des Gerätes verschiebt (wegläuft)?

Neben der Stabilisierung der Spannungen der Oszillatoren müssen die Kapazitäten der Oszillatorkreise überprüft und durch temperaturkompensierende Kondensatoren ersetzt werden (evtl. Lufttrimmer verwenden).

* 44. Zu nennen sind einige schaltungstechnische Maßnahmen zur Unterdrückung von Krach- und Prasselstörungen!

Folgende Störbegrenzer-Schaltungen sind gebräuchlich:

a) Parallelschaltung von zwei Gleichrichtern (Sirutoren oder Germanium-Dioden) mit entgegengesetzter Polarität an der Ausgangsseite des Ausgangsübertragers,

b) Einschaltung einer Diode zwischen Gitter der NF- oder Lautsprecherröhre und Masse,

c) Anwendung anderer, umfangreicherer Störbegrenzer- oder Stör austastschaltungen im ZF-Kanal.

AFu, S. 146—152
Spr, S. 293—305

* 45. Über welche Eigenschaften muß ein Empfänger verfügen, wenn er BK-fähig sein soll?

a) Beim Tasten des eigenen Senders muß das ausgestrahlte Signal einwandfrei mitgehört werden können;

b) während der Tastpausen hat der Empfänger empfangsbereit zu sein;

c) die Bedienung zusätzlicher Schalter ist zu vermeiden.

46. In welcher Weise werden SSB-Signale empfangen?

Da der SSB-Sender nur ein Seitenband ausstrahlt, ist eine Demodulation in der herkömmlichen Weise nicht möglich. Der fehlende Träger muß im Empfänger durch Anziehen der Rückkopplung oder durch den BFO zugesetzt werden. Die Einstellung ist etwas schwierig und bei manchen Empfängern nur schwer möglich, so daß es besser ist, für den SSB-Empfang geeignetere Demodulatoren, wie Produktdetektor oder Mischdemodulatoren zu verwenden.

AFu, S. 318—320
Spr, S. 335—338

VIII. Kurzwellensender

1. Wie ist ein einstufiger Sender schaltungstechnisch aufgebaut, und weshalb wird er heute nicht mehr benutzt?

Der einstufige Sender besteht lediglich aus einer in Rückkopplungsschaltung angeordneten Elektronenröhre, in der die Sendefrequenz erzeugt wird. Aus dem Anodenkreis der Röhre wird die Sendefrequenz auf die Antenne gegeben. Nachteilig ist die geringe Frequenzstabilität, die durch die ungenügende Entkopplung von Anoden- und Gitterkreis bedingt ist.

Sher, S. 253—254

2. Das Prinzip der Meißnerschen Rückkopplungsschaltung ist darzustellen!

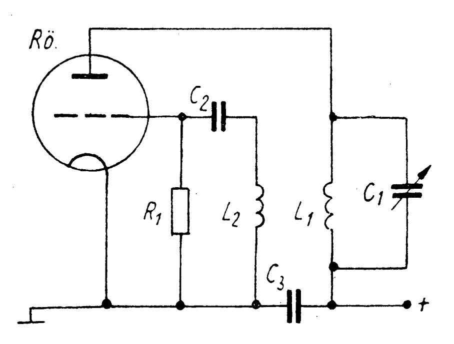


Bild 35. Meißnersche Rückkopplungsschaltung

* 3. Welche Bedingungen müssen für die Selbsterregung des Röhrengenerators erfüllt sein?

Die Wechselspannungen auf Anode und Steuergitter der Röhre müssen 180° Phasenverschiebung zueinander haben. Das wird durch entsprechende Polung der Rückkopplungsspule L_2 erreicht. Die Rückkopplung muß ausreichende Größe haben, was durch entsprechende Windungszahl und Kopplungsgrad verwirklicht wird.

AFu, S. 221
Sher, S. 242—243

* 4. Welche Oszillatorschaltungen, die im Senderbau benutzt werden, sind Ihnen bekannt? Erläutern Sie an Hand einfacher Prinzipskizzen ihre schaltungstechnischen Unterschiede!

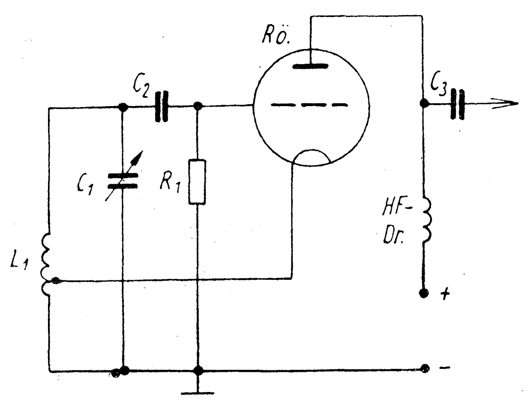


Bild 36. ECO-Oszillator

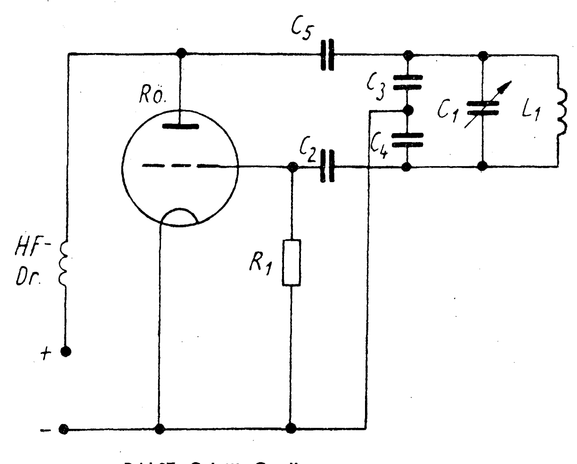


Bild 37. Colpitts-Oszillator

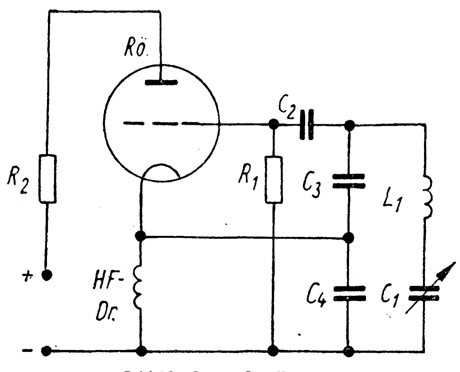


Bild 38. Clapp-Oszillator

ECO-Schaltung (Bild 36), Colpitts-Schaltung (Bild 37), Clapp-Schaltung (Bild 38). Bei der ECO-Schaltung wird die Rückkopplung durch den Katodenstrom erzielt, der einen Teil der Schwingkreisspule durchfließt und durch induktive Kopplung am Gitter der Röhre die phasenverschobene Rückkopplungsspannung erzeugt. Die Katode liegt auf HF-Potential. Die Colpitts-Schaltung arbeitet mit kapazitiver Rückkopplung. Das Verhältnis der Kondensatoren C_3 zu C_4 (etwa 1:3) bestimmt den Rückkopplungsgrad. Die Clapp-Schaltung ist ähnlich aufgebaut wie die Colpitts-Schaltung; jedoch findet hier die Rückkopplung zwischen Katode und Steuergitter durch kapazitive Spannungsteilung statt. Der Schwingkreis muß äußerst verlustarm aufgebaut sein, weil andernfalls infolge der sehr losen Ankopplung an die Röhre keine Selbsterregung zustande käme.

AFu, S. 223—227

* 5. Weshalb wird empfohlen, den ECO-Oszillator aperiodisch an die nächste Senderstufe anzukoppeln oder zumindest den Anodenkreis auf die doppelte Frequenz abzustimmen?

Der Anodenstrom der Röhre, der auch das Schwingsystem Katode-Gitter 1-Gitter 2 durchfließt, würde durch jede Änderung des Außenwiderstandes einen anderen Wert annehmen. Diese Änderung würde natürlich auf die Oszillatorfrequenz zurückwirken und diese verschieben. Besonders stark ändert sich der Außenwiderstand, wenn der Anodenkreis auf die Oszillatorfrequenz abgestimmt wird.

6. Wodurch können Schwankungen der Betriebsspannung des Oszillators auftreten?

Spannungsschwankungen wirken sich nachteilig auf die Betriebsfrequenz aus; sie können vielfältige Ursachen haben. Es kann bereits die Netzspannung schwanken, der Sendernetzteil kann zu schwach dimensioniert sein, so daß beim Tasten die Anodenspannung stark absinkt. Die Oszillatorspannungen sollten durch Glimmstrecken und Eisenwasserstoffwiderstände stabilisiert werden. Auch empfiehlt es sich, für den Oszillator ein eigenes Netzgerät vorzusehen.

* 7. Inwiefern wirken sich Änderungen der Speisespannungen nachteilig auf die Frequenzkonstanz des Oszillators aus?

Jede Spannungsänderung an den Elektroden der Oszillatorröhre verschiebt den Arbeitspunkt, dadurch werden Kapazitätsänderungen hervorgerufen. Durch Heizspannungsänderungen treten z. T. erhebliche Temperaturänderungen und dementsprechende Kapazitätsverschiebungen auf. Da die Röhre mehr oder weniger fest mit dem Oszillatorschwingkreis gekoppelt ist, sind Frequenzänderungen unvermeidlich.

AFu, S. 220

* 8. Welche Vorteile bieten keramische Spulen mit aufgebrannter Silberwicklung gegenüber drahtgewickelten Spulen bei Verwendung im Oszillatorschwingkreis?

Die Windungen sind so fest mit dem Spulenkörper verbunden, daß Verschiebungen unmöglich sind. Die Spulen sind formstarr, stofflich und zeitlich unveränderlich. Da die keramische Masse des Trägers bei Temperaturänderungen nur eine geringe Volumenänderung erfährt, bleibt auch die davon abhängige Induktivitätsänderung äußerst klein. Schließlich wirkt sich auch die hohe Güte des mit Silberspule aufgebauten Oszillatorschwingkreises günstig aus, da der Kreis sehr lose an die Oszillatorröhre angekoppelt werden kann, wodurch eine weitere Stabilisierung erreicht wird.

* 9. Weshalb darf man in der ECO-Schaltung nur Röhren mit herausgeführtem Bremsgitter verwenden?

Das Bremsgitter muß mit Masse, also Nullpotential, verbunden werden, damit es als statische Abschirmung zwischen dem Oszillatorsystem K-G 1-G 2 und dem Anodenkreis wirken kann. Ist das Bremsgitter bereits im Röhrenkolben mit Katode verbunden, kann es diese Aufgabe nicht erfüllen, da die Katode zum Oszillatorsystem gehört und HF-Potential führt.

10. a) Was versteht man unter Stabilität des Oszillators;
b) weshalb muß diese sehr groß sein;
* c) wie wird sie bei frequenzvariablen Oszillatoren erreicht?

a) Unter der Stabilität eines Oszillators versteht man seine Eigenschaft, eine eingestellte Frequenz längere Zeit möglichst genau einzuhalten.

b) Die Überfüllung der Amateurbänder zwingt dazu, daß die QSO-Partner auf der gleichen Frequenz arbeiten, um benachbarte QSOs nicht durch Interfrerenz zu stören. Andererseits besteht bei wanderndem Oszillator die Gefahr, daß die Bandgrenzen überschritten werden oder daß die mit einem trennscharfen Empfänger ausgerüstete Gegenstation das Signal verliert. Da bekanntlich alle Frequenzänderungen mit vervielfacht werden, wenn auf höheren Bändern gearbeitet wird, können schon kleine Unstabilitäten des Oszillators erhebliche Frequenzabweichungen auf der Sendefrequenz verursachen.

* c) Hohe Frequenzstabilität wird erreicht, wenn folgende Punkte bei Bau und Betrieb berücksichtigt werden; Der mechanische Aufbau muß äußerst stabil erfolgen; es dürfen nur erstklassige Bauteile verwendet werden; der Drehkoantrieb muß spiel- und verspannungsfrei arbeiten; es sollten möglichst alle Betriebsspannungen stabilisiert werden; der Schwingkreis soll temperaturkompensiert sein; starke, rasch erfolgende Temperaturänderungen sowie mechanische Erschütterungen sind vom Oszillator fernzuhalten; Umschalter im Oszillatorschwingkreis sind zu vermeiden.

AFu, S. 209—220
S. 277—279
Sher, S. 260—262

* 11. Was versteht man unter Temperaturkompensation eines Schwingkreises, und wie wird sie ausgeführt?

Bei Temperaturschwankungen verändern die Bauteile eines Schwingkreises wie alle anderen Körper ihre mechanischen Abmessungen und damit ihre elektrischen Werte. Die Resonanzfrequenz des Kreises verschiebt sich. Die relative Änderung des Kapazitäts- oder Induktivitätswertes pro Grad C Temperaturdifferenz bezeichnet man als Temperaturkoeffizienten (TK) der Kapazität oder der Induktivität. Während Spulen meist einen positiven TK besitzen, gibt es Kondensatoren sowohl mit positivem als auch mit negativem TK. Durch entsprechende Kondensatorkombinationen mit entgegengesetzten TK kann man erreichen, daß sich die Änderungen gegenseitig aufheben (kompensieren). In der Amateurpraxis wird die Temperaturkompensation der Oszillatorschwingkreise meist experimentell durchgeführt. Das führt bei sorgfältiger Arbeit und Geduld zu befriedigenden, für die Praxis ausreichenden Ergebnissen.

AFu, S. 77—79; S. 229

12. Welche besonderen Vor- und Nachteile hat ein Quarzoszillator gegenüber einem variablen Oszillator?

Der Quarzoszillator ist der frequenzstabilste Oszillator. Wird der Quarz vor Temperaturänderungen geschützt, so ist seine Stabilität ohne Schwierigkeiten auf besser als $\pm 0{,}002$ Promille zu halten. Nachteilig ist die Tatsache, daß der Quarzoszillator innerhalb eines Amateurbandes nur eine einzige Frequenz erzeugen kann. Der Verwendung mehrerer Quarze steht der hohe Preis entgegen. Bei jeder Amateurstation sollte aber mindestens ein Quarz geeigneter Frequenz als Eichnormal vorhanden sein. AFu, S. 229—230
Sher, S. 262—264

* 13. Was versteht man unter einem Super-VFO?

Mit dem Super-VFO sollen die Vorteile des variablen und des Quarzoszillators vereinigt werden. Eine Quarzfrequenz (z. B. 3200 kHz) wird mit einer niedrigen, veränderlichen Frequenz (z. B. 300 bis 600 kHz) gemischt. Die Summenfrequenz (3500 bis 3800 kHz) wird den weiteren Sendestufen zugeführt. Da der variable Oszillator mit niedriger Frequenz gegen äußere Einflüsse weitgehend unempfindlich ist und Rückwirkungen nicht auftreten können, erhält man einen sehr stabilen Steuersender. Bei ungünstiger Auswahl der Mischfrequenzen und ungeschicktem Aufbau können unter Umständen unerwünschte Frequenzen mit unzulässiger Stärke abgestrahlt werden.

AFu, S. 231

14. Welche Aufgaben fallen der Pufferstufe zu?

Die Pufferstufe (BU), die dem Oszillator nachgeschaltet wird, hat die Aufgabe, Rückwirkungen von den folgenden Stufen auf den Oszillatorkreis zu verhindern. AFu, S. 233

* 15. Auf welchen Betriebszustand muß die Pufferstufe eingestellt sein, wenn sie ihre Aufgabe als Trennröhre erfüllen soll?

Die Röhre muß im A-Betrieb laufen, d. h., der Arbeitspunkt muß auf dem geraden Teil der U_g-I_a-Kennlinie liegen. Vom Oszillator darf sie nur soviel HF-Ansteuerung erhalten, daß mit Sicherheit kein Gitterstrom fließen kann. Ferner empfiehlt es sich, Gitter- und Anodenkreis voneinander abzuschirmen.

AFu, S. 234

16. Was versteht man unter Frequenzvervielfacherstufen, und welche Notwendigkeit besteht für ihre Verwendung?

Da der Oszillator nur auf Frequenzen innerhalb eines niedrigen Amateurbandes (z. B. 3,5 MHz) abgestimmt werden kann, müssen durch besondere Stufen die höheren Bänder (z. B. $3{,}5 \cdot 2 = 7$ MHz,

3,5 · 2 · 3 = 21 MHz) erreicht werden. In diesen im Amateursender verwendeten sogenannten Vervielfacherstufen wird die zugeführte Frequenz verdoppelt, verdreifacht oder vervierfacht.

AFu, S. 235

* 17. Wie muß die Vervielfacherstufe eingestellt werden?

Die Vervielfacherstufe muß im B- oder C-Betrieb arbeiten, damit die zugeführte Schwingung in ihrer Kurvenform verzerrt wird. Diese nun nicht mehr sinusförmige Schwingung besteht aus der Grundschwingung und den mit zunehmender Ordnungszahl immer schwächer werdenden Oberschwingungen, von denen die gewünschte durch den Anodenschwingkreis der Vervielfacherstufe ausgesiebt wird. Es empfiehlt sich, für die Vervielfacher steile Röhren zu verwenden bei denen der Fußpunkt der Kennlinie nahe beim Nullpunkt liegt. Trotz des C-Betriebes wird dann nur kleine Ansteuerung benötigt.

18. a) Welche Frequenzbereiche werden in den höheren Bändern erfaßt, wenn der Oszillator zwischen 3500 und 3800 kHz durchstimmbar ist?

b) welche Forderung ergibt sich daraus für die Skaleneichung?

a) 40-m-Band: 3500·2 = 7 000 bis 3800·2 = 7 600 kHz
20-m-Band: 3500·4 = 14 000 bis 3800·4 = 15 200 kHz
15-m-Band: 3500·6 = 21 000 bis 3800·6 = 22 800 kHz
10-m-Band: 3500·8 = 28 000 bis 3800·8 = 30 400 kHz

b) Um Bandüberschreitungen mit Sicherheit vorzubeugen, empfiehlt es sich, die Bandgrenzen der höheren Frequenzbänder auf der Skala deutlich zu kennzeichnen oder für jedes Band eine separate Eichung vorzusehen.

* 19. Eine Push-Push-Frequenzverdopplerstufe ist zu zeichnen, ihre Besonderheiten sind zu erläutern!

Die beiden Röhren der Push-Push-Verdopplerstufe sind gitterseitig im Gegentakt, anodenseitig parallelgeschaltet. Im Anodenkreis tritt damit nur die zweite Harmonische ($2f_0$) auf; selbst die Grundwelle (f_0) ist ausgelöscht. Der Wirkungsgrad dieser echten Verdopplerschaltung ist weit höher als die aller anderen Vervielfacherschaltungen; er beträgt mindestens 60 Prozent.

AFu, S. 234—235; Abb. 162
Sher, S. 261

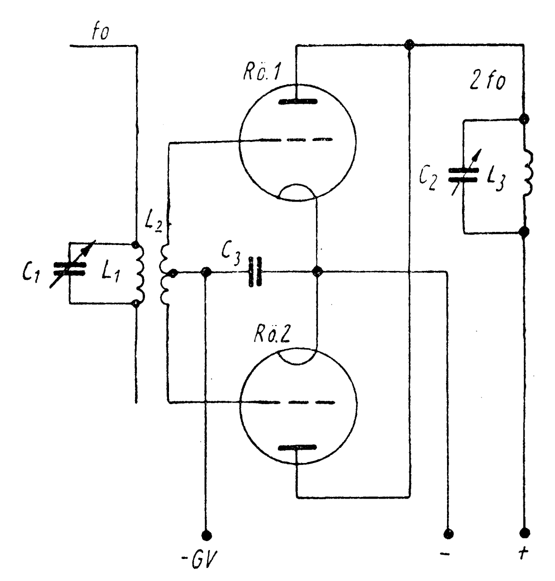


Bild 39. Push-push-Frequenzverdoppler

* 20. Wann ist der Einsatz einer Verdreifacherstufe nötig?

Um durch Vervielfachung auf das 14-m-Band zu gelangen, muß in einer Stufe verdreifacht werden. Beträgt die Oszillatorfrequenz
1,75 MHz, so muß verzwölffacht werden (1,75 · 2 · 2 · 3 = 21 MHz);
3,5 MHz, so muß versechsfacht werden (3,5 · 2 · 3 = 21 MHz);
7 MHz, so muß verdreifacht werden (7 · 3 = 21 MHz).

* 21. Welche Aufgaben haben Resonanzdrosseln, und wie werden sie dimensioniert?

Resonanzdrosseln werden in Zwischenstufen, wie Frequenzvervielfacher oder Pufferstufen, häufig anstelle abstimmbarer Schwingkreise verwendet, weil dadurch bedienbare Abstimmelemente entfallen und die Handhabung des Senders vereinfacht wird. Sie müssen in Verbindung mit den Schalt- und Röhrenkapazitäten Resonanz in der Mitte des gewünschten Bandes ergeben. Normalerweise liegt die Resonanzstelle so breit, daß das gesamte Amateurband ausreichend stark übertragen wird. Wenn möglich, sollte jedoch auf Resonanzdrosseln verzichtet werden, da die unerwünschten, zu BCI und TVI führenden Harmonischen nur ungenügend abgeschwächt werden.

AFu, S. 262; Abb. 178
Sher, S. 363

* 22. Welche Vorteile bietet die Bandfilterkopplung der Senderstufen?

Da die Amateurbänder verhältnismäßig schmal sind, können Bandfilter leicht so fest gekoppelt werden, daß die Bänder ohne merklichen Abfall übertragen werden. Von außen bedienbare Abstimmelemente entfallen, so daß beim Frequenzwechsel nur der Oszillator verstimmt werden muß. Zum Bandwechsel reicht ein Umschalter aus. Die Bandfilter dämpfen besser als andere Selektionsmittel Nachbarfrequenzen und Oberwellen, was wesentlich zur BCI- und TVI-Sicherheit des Senders beiträgt.

23. Welche Aufgaben hat die PA-Stufe zu erfüllen?

Die PA-Stufe oder Endstufe des Senders soll die Leistung der Sendefrequenz zum Zwecke der Abstrahlung über die Antenne verstärken. Da die PA-Stufe die Sendeenergie über einen auf die jeweilige Sendefrequenz abgestimmten Schwingkreis an die Antenne weitergibt, bringt die Stufe eine weitere sehr günstige Abschwächung unerwünschter Frequenzen mit sich. Aus diesem Grunde sollte die PA immer geradeaus gefahren und Vervielfachung, die außerdem den Wirkungsgrad stark herabsetzt, vermieden werden.

* 24. Das Prinzipschaltbild einer Senderendstufe unter Verwendung einer Pentode ist zu zeichnen!

AFu, S. 242; Abb. 169
Sher, Abb. 177

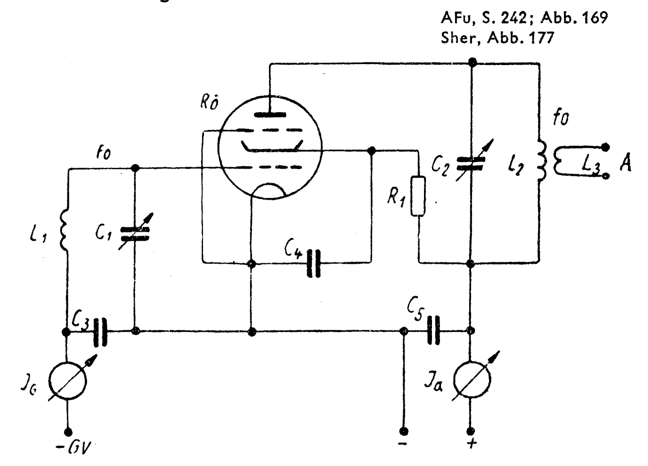


Bild 40. PA-Stufe mit induktiver Antennenkopplung

* 25. In welcher Betriebsart wird die PA-Stufe meist gefahren, und wie erfolgt die Einstellung?

Die PA wird im Amateursender meist im C-, mindestens jedoch im B-Betrieb gefahren. Diese Betriebsarten lassen im nicht angesteuerten Zustand keinen oder lediglich einen ganz minimalen Anodenstrom fließen, so daß die Röhre in den Tastpausen nur unbedeutend belastet wird und abkühlen kann. Der Wirkungsgrad ist relativ hoch. Während er bei A-Betrieb höchstens 50 Prozent beträgt, liegt er im B-Betrieb bei 65 bis 70 Prozent und erreicht bei C-Betrieb sogar 80 Prozent.

Die Einstellung auf den B-Betrieb erfolgt derart, daß die negative Gittervorspannung so weit erhöht wird, daß nur noch ein minimaler Anodenstrom (5 bis 10 Prozent des Normalwertes) fließt. Für den C-Betrieb wird das Gitter so weit negativ vorgespannt, bis kein Anodenreststrom mehr fließen kann. Der Bedarf an Ansteuerleistung ist bei B- und C-Betrieb wesentlich größer, als wenn die Röhre im A-Betrieb gefahren würde. Im angesteuerten Zustand soll ein Gitterstrom von einigen mA fließen. AFu, S. 241—242

* 26. Wie kann die Gittervorspannung der PA-Röhre erzeugt werden?

Sie kann einer besonderen Gitterspannungsquelle (Gleichrichter) entnommen oder durch den bei Ansteuerung am Gitterableitwiderstand auftretenden Spannungsabfall erzeugt werden. Die letztgenannte Art ist gefährlich, weil bei Ausfall der Ansteuerung auch die Gittervorspannung wegfällt und die Röhre „hochgeht“. Allerdings gibt es hier Sicherheitsschaltungen, die mit einer zusätzlichen, am Schirmgitter der PA angeschlossenen Röhre (Clamp-Röhre) arbeiten.

* 27. Wie ist zu erklären, daß die in der PA-Stufe infolge des B- oder C-Betriebes auftretenden starken Verzerrungen der Sendefrequenz keinen nachteiligen Einfluß auf die Qualität der Sendungen haben?

Der Anodenstrom der PA-Röhre stellt im B-Betrieb nur noch eine Halbwelle der HF-Schwingungen dar, im C-Betrieb besteht er sogar lediglich aus Impulsen. Diese verzerrten Halbschwingungen des Anodenstromes genügen aber, um dem Schwingkreis die Energie zuzuführen, die von der Antenne abgestrahlt und durch Verluste in Wärme umgewandelt wird. Im Schwingungskreis entsteht immer eine sinusförmige Schwingung.

* 28. Welche Schwierigkeiten können beim Betrieb einer geradeaus betriebenen HF-Verstärkerstufe (PA) auftreten, und worauf sind diese zurückzuführen?

Die HF-Stufe kann sich selber erregen. Ursache hierfür ist eine Rückkopplung vom Anodenkreis auf den Gitterkreis der Röhre, wenn diese Kreise ungenügend voneinander abgeschirmt sind. Besonders groß ist die Gefahr bei Trioden, bei denen die Rückkopplung über die relativ große Anoden-Gitter-Kapazität erfolgt.

* 29. Was versteht man unter Neutralisation?

Durch Neutralisation soll die Neigung zu Selbsterregungen bei geradeaus betriebenen HF-Verstärkerstufen vermindert werden. Durch eine Gegenkopplung zwischen Anode und Gitter der Röhre wird die schädliche Rückkopplung unwirksam gemacht (neutralisiert). Die Gegenkopplungsspannung muß die gleiche Größe, aber entgegengesetzte Phasenlage wie die Rückkopplungsspannung haben, damit letztere ausgelöscht wird.

AFu, S. 252—253

* 30. Eine PA-Schaltung soll gezeichnet werden

a) mit Tankkreis und induktiver Antennenkopplung,

b) mit Collins-Tankkreis!

a) siehe Bild 40.

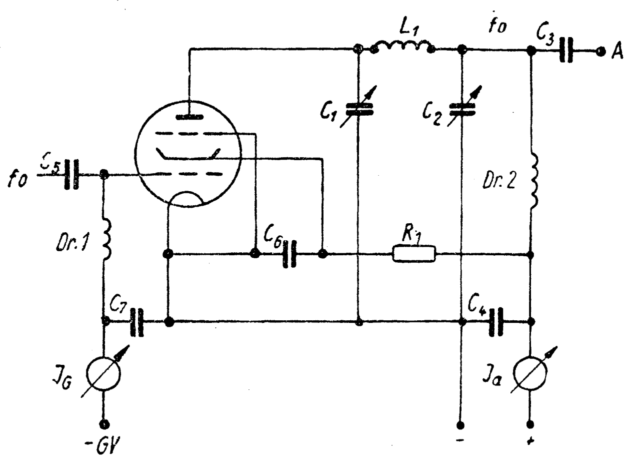


Bild 41. PA-Stufe mit Collins-Tankkreis

AFu, Abb. 175, 181, 182, 185

31. Welche Meßgeräte benötigt man zum Einstellen des Senders?

a) Gitterstrominstrument (PA), um den Gitterkreis auf Resonanz und den Arbeitspunkt der PA richtig einregulieren zu können;

b) Anodenstrommesser (PA), mit dem der Tankkreis und die Antennenkopplung eingestellt wird;

c) Anodenspannungsmesser, durch den in Verbindung mit dem Anodenstrommesser der Input bestimmt wird;

d) zweckmäßig, aber nicht unbedingt erforderlich ist ein Antennenstrommesser oder -indikator (z. B. Glühbirnchen), womit leicht die optimale Antennenkopplung gefunden werden kann.

AFu, S. 257—258

32. Was versteht man unter Input, Output, Anodenverlustleistung und Wirkungsgrad der PA-Stufe, und welcher Zusammenhang besteht zwischen ihnen?

Der Input (N_i) ist die der PA-Röhre zugeführte gesamte Anodengleichstromleistung (entsprechend 100 Prozent) $N_i = U_a \cdot I_a$ [Watt]
Unter Output (N_w) versteht man die Leistung, die der Sender an die Antenne abgibt. Sie ist um die Verlustleistung, die im PA-Tankkreis auftritt (N_s) und die sogenannte Anodenverlustleistung (N_a) kleiner als der Input. Das Verhältnis zwischen Output und Input bezogen auf 100 ist der Wirkungsgrad (η) der Endstufe. Input = Nutzleistung (Output) + Anodenverlustleistung + Verluste in der Schaltung.

$$N_i = N_w + N_a + N_s$$

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \cdot 100 \text{ Prozent} = \frac{N_w}{N_i} \cdot 100 \text{ Prozent.}$$

33. Was geschieht mit der Anodenverlustleistung?

Sie wird in der Röhre in Wärme umgewandelt. Unter Umständen kann das Anodenblech bis zum Glühen erhitzt werden.

34. Zu errechnen sind:
a) Input,
b) Anodenverlustleistung bei $U_a = 750$ V; $I_a = 80$ mA und $\eta = 70$ Prozent!

a) $N_i = U_a \cdot I_a = 750 \text{ V} \cdot 0{,}08 \text{ A} = \underline{60 \text{ W.}}$

b) $N_a = 100 \text{ Prozent} - 70 \text{ Prozent} = 30 \text{ Prozent}$

$$\cdot\ 30 \text{ Prozent} \triangleq \frac{60 \cdot 30}{100} = \underline{18 \text{ W.}}$$

35. Wie erfolgt die ungefähre Ermittlung der von der Endstufe abgegebenen HF-Leistung?

Wenn an Stelle der Sendeantenne eine Glühlampe (220 V; 15 W, 25 W, 60 W ...) angeschlossen wird, kann aus der Helligkeit der Lampe und durch Vergleich leicht die Größenordnung der HF-Leistung bestimmt werden. Besser ist natürlich die Messung mittels HF-Strommesser und induktionsfreiem Belastungswiderstand ($N = I^2 \cdot R$).

* 36. Welche Erfahrungswerte bestehen für das $\frac{L}{C}$-Verhältnis und die Kreiskapazität im Tankkreis?

Das $\frac{L}{C}$-Verhältnis bestimmt die Kreisgüte Q. Erfahrungsgemäß soll diese etwa 12 betragen. Bei zu großer Güte werden die Oberwellen ungenügend unterdrückt, während andererseits zu hohe HF-Ströme fließen, die die Verluste erhöhen und den Wirkungsgrad herabsetzen. Da die Güte beim belasteten Parallelresonanzkreis umgekehrt proportional dem Verhältnis $\frac{U_a}{I_a} = R_{rö}$ ist, kann man für die einzelnen Bänder die Kreiskapazität C nach folgender Formel errechnen: $C = \frac{I_a}{U_a} \cdot Q \cdot \lambda$.

C in pF, I_a in mA, U_a in V, λ in m (Band). Das gilt für jeden Tankkreis, auch für den Collinskreis, bei dem die Kreiskapazität aus der Reihenschaltung von C1 und C2 (siehe Bild 41) gebildet wird. Es ist

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}.$$

Ohne Nachteile können die errechneten Werte bis etwa 50 Prozent überschritten werden. Für $U_a = 700$ V; $I_a = 100$ mA; Q = 12 ergeben sich etwa folgende Kapazitätswerte:

80 m = 140 bis 200 pF;
40 m = 70 bis 100 pF;
20 m = 35 bis 50 pF;
15 m = 26 bis 40 pF;
10 m = 18 bis 28 pF.

* 37. Weshalb verwendet man bei höheren Frequenzen und Leistungen im Tankkreis versilberte Kupferrohrspulen?

Die in Senderkreisen auftretenden HF-Leistungen lassen in den Spulen große HF-Ströme fließen, die die Wicklungen erwärmen und dadurch Verluste hervorrufen. Da entsprechend dem Skin-Effekt die HF-Ströme bei höheren Frequenzen vorzugsweise an der Oberfläche der Leiter fließen, ist es nötig, eine große Oberfläche zu schaffen. Die Oberfläche muß ferner eine gute Leitfähigkeit besitzen und möglichst korrosionsfest sein, was durch starke Versilberung erreicht werden kann.

38. Was ist bei der Auswahl der Tankkreis-Kondensatoren zu beachten?

Am Tankkreis liegen außer der oft sehr hohen Anodengleichspannung noch die HF- und bei Anodenschirmgittermodulation die NF-Spannung, so daß Spitzenwerte von 2 bis 4 kV keine Seltenheit sind. Es ist deshalb nötig, im Tankkreis Kondensatoren mit ausreichender Spannungsfestigkeit auszuwählen. Keramische Kondensatoren werden als Topf-

kondensatoren (z. B. TKo 2946) oder Wulstrohrkondensatoren (z. B. WKo 017) für 3 bis 10 kV Prüfspannung von KWH[1]) geliefert. Für den Plattenabstand des Tankkreis-Drehkos rechnet man = 1 mm pro kV Anodengleichspannung. Scharfe Kanten, Späne und Grate an und zwischen den Platten führen leicht zu Überschlägen.

* 39. Wie ist ein Multibandkreis aufgebaut, und wo wird er verwendet?

Der Multibandkreis stellt eine Kombination zweier Kreise dar, die gleichzeitig abgestimmt werden (Bild 42). Auf 7 und 3,5 MHz wirken C_1, C_2 in Parallelschaltung als Kapazität und L_2 als Induktivität des Kreises. Auf 28, 21 und 14 MHz sind C_1, C_2 in Reihenschaltung und L_1 wirksam, während L_2 infolge ihrer großen Induktivität nur geringen Einfluß ausübt. Multibandkreise werden gern in PA-Stufen als Tankkreis oder nach der Treiberstufe verwandt, weil ohne Umschaltung die KW-Amateurbänder erfaßt werden. L_1 und L_2 sind so zu wählen, daß die einzelnen Resonanzpunkte (z. B. 3,5 und 14 MHz oder 7 und 28 MHz) nicht zusammenfallen.

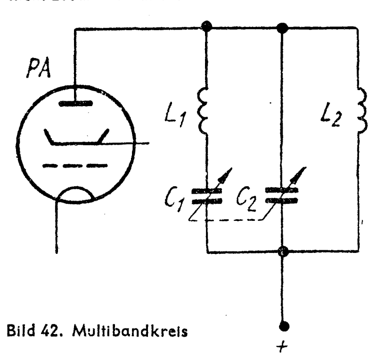


Bild 42. Multibandkreis

40. Die gebräuchlichsten Verfahren zur Kontrolle und Messung des Antennenstromes sind zu nennen!

Zur Kontrolle des Antennenstromes können kleine Glühbirnen (etwa 6 V; 0,1 bis 0,5 A), bei Spannungskopplung der Antenne auch einpolig angeschlossene Glimmlampen benutzt werden. Eine quantitative Bestimmung des HF-Stromes kann mit Hitzdrahtinstrumenten oder Drehspulmeßwerken in Verbindung mit Thermoumformern oder HF-Stromwandlern mit Germanium-Diode vorgenommen werden.

AFu, S. 424; Abb. 322
Sher, S. 347—349

[1]) KWH = Keramische Werke Hermsdorf

41. Ist die Größe des Antennenstromes ein eindeutiges Kriterium für die abgestrahlte Leistung?

Das ist nicht der Fall, denn bei gleicher Senderleistung fließt in eine hochohmig angekoppelte Antenne nur ein kleiner Strom, während in eine niederohmig angekoppelte ein wesentlich größerer Strom fließt. Bei einer Sendeleistung von 100 W würde bei einem Antennenwiderstand von 600 Ω ein Strom von $I = \sqrt{\frac{N}{\mathfrak{Z}_a}} = \sqrt{\frac{100}{600}} = 0{,}41$ A fließen.

Beträgt der Antennenwiderstand nur 60 Ω, dann ist die Stromstärke $I = \sqrt{\frac{100}{60}} = 1{,}3$ A.

42. Weshalb und wie soll strahlungsfrei auf die Gegenstelle eingepfiffen und der Sender abgestimmt werden?

Es ist sehr unschön, wenn das Einstellen auf die Gegenstation unter mehr oder weniger langem Pfeifen und Heulen, das unter Umständen ein schon laufendes QSO empfindlich stört, erfolgt. Durch Einbau eines Schalters, der im Sender beim Einstellvorgang die PA-Anoden- und Schirmgitterspannung abschaltet, können Oszillator und Zwischenstufen störungsfrei genau einreguliert werden. Das genaue Einstellen des PA-Kreises kann während des Anrufes erfolgen, wenn man an Hand einer einmal angefertigten Tabelle die ungefähre Einstellung, ohne den Sender strahlen zu lassen, vorgenommen hatte.

* 43. Einige Möglichkeiten zur Tastung des Senders sollen genannt werden!

Die Tastung kann praktisch in jeder Stufe des Senders durch Unterbrechung der Anoden- und Schirmgitterspannung oder durch Zuführung einer großen negativen Gittersperrspannung erfolgen. Häufig angewandt wird die Tastung des Oszillators durch Unterbrechung der Katoden- oder Anodenleitung. Auch die Tastung der Puffer- oder ersten Verdopplerstufe, manchmal auch des Oszillators und einer Zwischenstufe gemeinsam, findet man häufig.

AFu, S. 273—285
Sher, S. 264—265

44. Was versteht man unter Klick und Chirp, und welche Ursachen sind für diese Mängel verantwortlich?

Der Klick äußert sich in einer sprunghaften, kurzzeitigen Lautstärkeänderung jedes getasteten Zeichens, während der Chirp eine Tonhöhen- und damit Frequenzänderung beim Ein- oder Aussetzen des Zeichens ist. Klick und Chirp sind immer Anlaß zu BCI und TVI. Sie haben häufig ihre Ursache in Einschwingvorgängen beim Tasten des Oszillators, in der Schwingneigung einer Zwischen- oder der PA-Stufe oder in Rückwirkungen einer Leistungsstufe auf den Oszillator bzw. Änderungen der Oszillator-Betriebsspannungen.

* 45. Was versteht man unter harter und weicher Tastung? Welche Vor- und Nachteile haben diese?

Bei der harten Tastung setzt das Zeichen mit voller Energie ein und aus (Bild 43). Die weiche Tastung ist durch sanftes An- und Abschwellen der Sendeenergie gekennzeichnet, ohne daß dabei die Tonhöhe (Sendefrequenz) die geringste Änderung erfährt. Die harte Tastung ist auch bei QRM leicht aufnehmbar, gibt aber leicht zu BCI und TVI Anlaß. Die weiche Tastung stört in Rundfunkgeräten kaum, wirkt bei zu weit getriebener Abrundung der Zeichen aber verwaschen und erschwert das Aufnehmen.

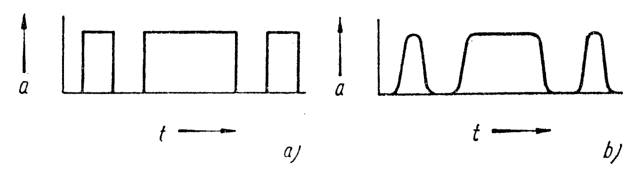


Bild 43. Telegrafiezeichen bei harter und weicher Tastung

46. Weshalb darf während des Betriebes die Antenne nicht vom Sender entfernt werden?

Durch Abschalten der Antenne tritt eine Verstimmung des Tankkreises ein. Die Verstimmung kann so erheblich sein, daß der Anodenstrom eine unzulässige Größe annimmt und die PA-Röhre beschädigt Als Folge der fehlenden Tankkreisbelastung treten auch Überschläge an den Kondensatoren des PA-Kreises auf.

IX. Modulation

1. Was versteht man unter Modulation eines Senders, und welchen Zweck hat sie?

Die Beeinflussung einer Schwingung durch eine zeitlich veränderliche Größe heißt Modulation. In der Sendertechnik wird die zur Abstrahlung gelangende HF-Schwingung durch eine niederfrequente Schwingung oder ein NF-Gemisch (Sprache, Musik) moduliert. Es können sowohl die Amplitude der HF als auch ihre Phase oder Frequenz durch die Niederfrequenz verändert werden. Die Tastung des Senders ist ebenfalls eine Amplitudenmodulation mit der Tastfrequenz. Die Modulation hat den Zweck, eine Nachrichtenübermittlung zu ermöglichen.

2. Wodurch unterscheiden sich Amplituden- und Frequenzmodulation?

Bei der Amplitudenmodulation ändert sich in Übereinstimmung mit dem zu übertragenden Ton die Amplitude der vom Sender ausgestrahlten HF-Schwingung (f_0) (Bild 44). Die modulierte Schwingung besteht aus der Trägerfrequenz und einer oberen und unteren Seitenschwingung, deren Frequenzen um die modulierende NF (f_m) größer bzw. kleiner sind als die Trägerfrequenz (Bild 45). Wird ein NF-Band (z. B. 200 bis 3000 Hz) aufmoduliert, dann entstehen neben der Trägerfrequenz sogenannte Seitenbänder (Bild 46).

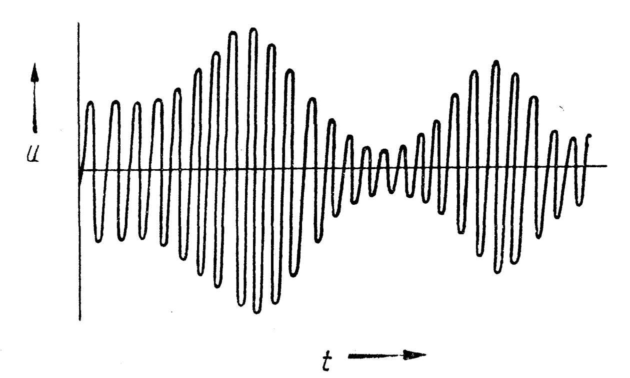


Bild 44. Amplitudenmodulierte HF-Schwingung

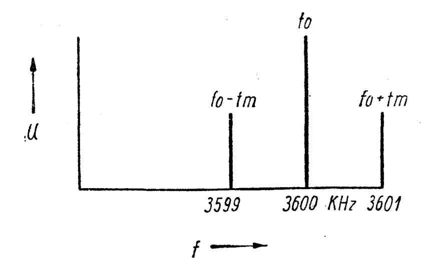


Bild 45. Träger- und Seitenfrequenzen (HF = 3600 kHz; NF = 1 kHz)

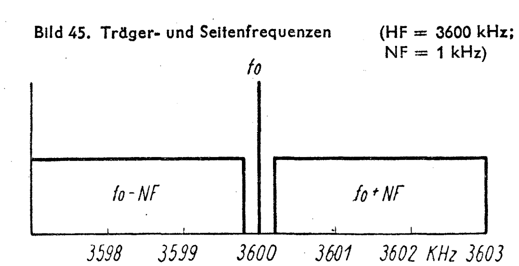


Bild 46. Trägerfrequenz und Seitenbänder (HF = 3600 kHz; NF = 200 bis 3000 Hz)

Bei der Frequenzmodulation wird unter der Wirkung der modulierenden NF die Frequenz der Trägerschwingung geändert, während ihre Amplitude konstant bleibt. Diese Frequenzverschiebung, die man Frequenzhub nennt, ist proportional der niederfrequenten Lautstärke (Bild 47).

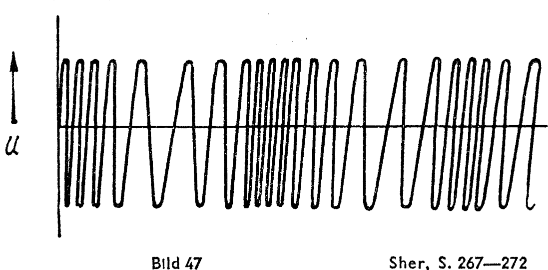


Bild 47
Frequenzmodulierte Schwingung

t →

Sher, S. 267—272
Spr, S. 12—15
S. 17—19

3. Wie kann ein Sender in der Amplitude moduliert werden?

Die Amplitudenmodulation kann in jeder Senderstufe und an jeder Röhrenelektrode durchgeführt werden. Dementsprechend gibt es Steuergitter-, Schirmgitter-, Bremsgitter-, Katoden- und Anodenmodulation sowie Kombinationen aus ihnen.

4. Was ist hinsichtlich der BCI- und TVI-Sicherheit von den einzelnen Modulationsarten zu sagen?

Während alle Amplitudenmodulationsarten sehr leicht zu den genannten Störungen — besonders in einfachen, wenig trennscharfen Empfangsgeräten — führen, tritt dieser Nachteil bei Verwendung der Frequenzmodulation in weit geringerem Maße auf.

5. Was versteht man unter dem Modulationsgrad?

Mit Modulationsgrad m bezeichnet man das Verhältnis der Amplitude der niederfrequenten Modulationsspannung (U_m) zur Spannung der hochfrequenten Trägerschwingung (U_{Tr}).

Er wird meist in Prozenten angegeben, also

$m = \frac{U_m}{U_{Tr}} \cdot 100$ Prozent. Bei 50 Prozent Modulationsgrad ist $U_m = \frac{1}{2} U_{Tr}$

Bei Auswertung des Schirmbildes einer Katodenstrahlröhre können die Spannungskomponenten (HF und NF) nicht mehr erkannt werden. Dann muß man zur Errechnung des Modulationsgrades die meßbaren maximalen und minimalen HF-Amplituden (HF_{max} und HF_{min}) der Rechnung zu Grunde legen;

$$m = \frac{HF_{max} - HF_{min}}{HF_{max} + HF_{min}} \cdot 100\,\%.$$

Bei der Frequenzmodulation kann der Begriff des Modulationsgrades nicht angewendet werden. Er wird ersetzt durch die Angabe des sogenannten Frequenzhubes.

Sher, S. 268

6. Was versteht man unter Übermodulation, und wie wirkt sie sich aus?

Wenn U_m größer als U_{Tr}, also der Modulationsgrad größer als 100 Prozent wird, spricht man von Übermodulation. Dabei nimmt die Amplitude der HF-Schwingung um mehr als das Doppelte gegenüber dem unmodulierten Zustand zu. Da sie sich um den gleichen Betrag aber nicht vermindern kann, wird ein Teil der Trägerschwingung einfach abgeschnitten (Bild 48). Die Folge davon sind Verzerrungen und sogenannte Splatter, die benachbarte QO Ss stören.

Sher, S. 268

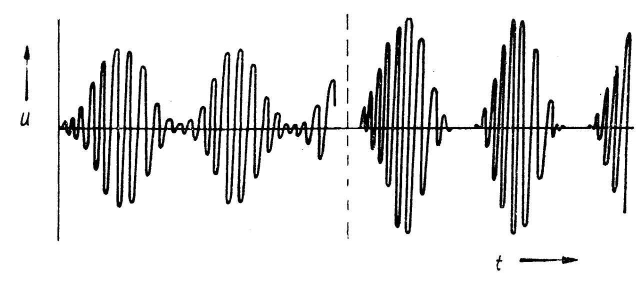


Bild 48. 100prozentige und Übermodulation

* 7. Wie muß die PA-Stufe bei den Gittermodulationsarten eingestellt werden?

Bei allen Gittermodulationen muß die Betriebsspannung des Gitters, an dem moduliert wird, so weit nach negativen Werten geschoben werden, daß bei Ansteuerung der PA mit der HF nur noch der halbe Anodenstrom gegenüber dem cw-Betrieb fließt. Damit wird der Input ebenfalls halb so groß. Das gleiche trifft für den Antennenstrom zu. Die abgestrahlte HF-Leistung ist jedoch auf ein Viertel zurückgegangen. Diese Einstellung bezeichnet man als Mittelstrich-Einstellung.

AFu, S. 276—290
Sher, S. 272—274

* 8. Schaltungstechnik und Einstellung der Anodenschirmgittermodulation sind zu erklären!

Bei Anodenschirmgittermodulation wird der Ausgangstrafo des NF-Verstärkers in die Anodenspannungsleitung der PA geschaltet. PA-Röhre, Modulationstrafo und Hochspannungsquelle liegen damit in Reihe; die NF-Modulationsspannung addiert sich zur Anodengleichspannung der PA. Die PA-Röhre wird genauso eingestellt wie bei cw-Betrieb, also auf Oberstrich. Eine Leistungsminderung findet nicht statt.

AFu, S. 291
Sher, S. 275—277

* 9. Weshalb empfiehlt es sich, die Modulation auf ein NF-Spektrum von etwa 250 bis 3200 Hz einzuengen?

Da die Bandbreite des Senders gleich der doppelten höchsten Modulationsfrequenz ist, kann man durch Beschneidung der hohen Modulationsfrequenzen die Bandbreite einengen und so dafür sorgen, daß möglichst viele Amateure auf den schmalen Amateurbändern arbeiten können. Bis etwa 3000 Hz herab ist noch einwandfreie Sprachüber-

tragung möglich, wenn gleichzeitig das untere Ende des NF-Spektrums so beschnitten wird, daß das Produkt aus unterer Grenzfrequenz f_u und oberer Grenzfrequenz f_o etwa den Wert 800 000 erreicht; $f_u \cdot f_o = 800000$. Die Einengung der Bandbreite bringt außerdem eine Zusammenfassung der Sendeenergie mit sich.

AFu, S. 298

* 10. Wie erfolgt die Sprachbandbegrenzung?

Die Sprachbandbegrenzung ist eine Angelegenheit der Schaltungstechnik des Modulators. Durch kleine Kopplungskondensatoren zwischen den NF-Stufen (etwa 500 pF) werden die tiefen Frequenzen benachteiligt, und durch Gitterableitkondensatoren (etwa 300 bis 1000 pF) können die hohen Frequenzen beschnitten werden. Zum Abschneiden der hohen Frequenzen eignet sich jedoch besser ein Tiefpaßfilter.

* 11. Was versteht man unter Clippen?

Die Amplituden der einzelnen Laute der Sprache sind sehr unterschiedlich, so daß nur bei den lautesten Sprachstellen der Sender 100prozentig ausmoduliert wird. Um einen konstanten, bei 100 Prozent liegenden Modulationsgrad zu erhalten, wird im Modulationsverstärker ein sogenannter Begrenzer oder Clipper eingebaut, der dafür sorgt, daß unabhängig von der Lautstärke immer die gleiche Modulationsspannung zur Verfügung steht. Dem Clipper ist unbedingt ein Tiefpaßfilter nachzuschalten, damit der starke Oberwellengehalt der geclippten NF (Verzerrungen und übermäßige Bandbreite) beseitigt wird.

AFu, S. 297; Abb. 214

12. In welcher Senderstufe wird die Schmalbandfrequenzmodulation durchgeführt?

Die NFM kann nur am Oszillator durchgeführt werden. Der Oszillatorschwingkreis wird durch eine besondere Röhrenschaltung (Impedanzröhre) oder Germanium-Diode, die vom Modulationsverstärker aus gesteuert wird, im Takte der NF verstimmt. Eine Ausnahme bildet die Phasenmodulation. Sie hat die gleiche Wirkung wie die NFM. Sie kann in einer dem Oszillator nachfolgenden Stufe durchgeführt werden.

AFu, S. 294—297
Sher, S. 278—279

13. Welche Vorteile bietet die NFM gegenüber den verschiedenen AM-Arten?

Abgesehen davon, daß die NFM viel weniger zu TVI und BCI führt, kann der Sender wie bei cw-Betrieb oder Anodenmodulation im Oberstrich gefahren werden, was für alle Gittermodulationen nicht zutrifft. Da die meisten Amateurempfänger nicht über FM-Demodulationseinrichtungen verfügen, ist bei QRM und Fading die Aufnahme von NFM-Sendungen leider mitunter wesentlich schwieriger als von AM-Sendungen.

* 14. Was kann man über den notwendigen NF-Leistungsbedarf für NFM, Gitter 1-, Gitter 3-, Gitter 2- und Anodenmodulation sagen?

Die NF-Leistung ist für NFM, G1- und G3-Modulation theoretisch nahezu Null. Praktisch sind 0,5 bis 1 W nötig, um die Übertragerverluste zu decken. Bei G2-Modulation müssen etwa soviel Watt NF zur Verfügung gestellt werden, wie die Verlustleistung des Schirmgitters beträgt. Für Anodenmodulation ist eine NF-Leistung erforderlich, die die Hälfte des Inputs beträgt.

* 15. Was wissen Sie über den Wirkungsgrad obengenannter Modulationsarten?

Bei der Anodenmodulation ist der Wirkungsgrad am größten; er beträgt etwa 70 bis 75 Prozent. Alle Gittermodulationen besitzen nur einen Wirkungsgrad von etwa 35 Prozent.

* 16. Wie kann die Amplitudenmodulation des Senders überwacht werden?

Eine Überwachung der Modulationsqualität ist unerläßlich. Das kann durch Abhören in einem sogenannten Mithörgerät geschehen. Besser ist die Überwachung mit Hilfe einer Katodenstrahlröhre, an der man Modulationsgrad und evtl. Verzerrungen genau erkennen und meßtechnisch auswerten kann. 100prozentige, einwandfreie Modulation wird durch ein gleichschenkliges Dreieck auf dem Schirm der Röhre dargestellt.

* 17. Was versteht man unter SSB, und welche Vorzüge weist der SSB-Betrieb auf?

SSB (Single-side-band- oder Einseitenband-Modulation) ist eine Betriebsart, bei der nur ein Seitenband ausgestrahlt wird. Das zweite Seitenband und der Träger werden durch besondere schaltungstechnische Maßnahmen im Sender unterdrückt. SSB hat den Vorzug, weniger als die halbe Bandbreite gegenüber einem AM-Sender einzunehmen, so daß doppelt so viele Stationen in einem bestimmten Frequenzbereich störungsfrei arbeiten können. Interferenzstörungen durch die Trägerwelle fallen weg. Die gesamte Senderleistung wird in dem einzigen ausgestrahlten Seitenband untergebracht, was einer Leistungsverbesserung um das Vierfache gegenüber einem gleich starken, 100prozentig ausmodulierten AM-Sender entspricht. Der Modulationsverstärker kann wie bei Gittermodulation für eine ganz kleine NF-Leistung ausgelegt sein. Jedoch ist die Aufnahme mit normalen Empfängern etwas schwierig.

AFu, S. 308—318
Spr. S. 15
S. 335—338

18. Die vier wichtigsten Mikrofontypen sind zu nennen und ihre Eigenschaften zu erläutern!

Die wichtigsten, in der Amateurpraxis verwendeten Mikrofontypen sind Kohlemikrofon, Kristallmikrofon, dynamisches Mikrofon und Kondensatormikrofon.

Das Kohlemikrofon beruht auf dem Prinzip der Widerstandsänderung durch die Schallschwingungen. Es liefert eine verhältnismäßig hohe NF-Wechselspannung; die Klangqualität trägt telefonartigen Charakter. Das Kristallmikrofon nutzt den piezoelektrischen Effekt aus, während beim dynamischen Mikrofon die den Schallschwingungen entsprechende Wechselspannung durch Induktion erzeugt wird. Die abgegebenen Wechselspannungen sind klein. Eine zusätzliche Mikrofonverstärkerstufe ist nötig. Die Klangqualität ist einwandfrei. Das Kondensatormikrofon liefert die kleinste Wechselspannung, ist aber qualitativ allen anderen Mikrofontypen überlegen.

Sher, S. 162—168

X. Frequenzmessungen

1. Welche Frequenzmessertypen sind Ihnen bekannt, und wie sind sie aufgebaut?

Es gibt passive und aktive Frequenzmesser. Die passiven beruhen auf dem Prinzip des Energieentzuges von HF-Energie aus dem zu messenden Schwingkreis. Sie heißen deshalb auch Absorptionsfrequenzmesser. Sie bestehen lediglich aus einem verstimmbaren, geeichten Schwingkreis. Die aktiven oder Interferenzfrequenzmesser arbeiten mit einer in Schwingschaltung angeordneten Elektronenröhre. Die im aktiven Frequenzmesser erzeugte Schwingung wird mit der zu messenden überlagert. Aktive Frequenzmesser haben eine größere Meßgenauigkeit als passive.

AFu, S. 337—341
Sher, S. 373—376
S. 349

2. Wie wird mit einem Absorptionsfrequenzmesser die Frequenz eines Geradeaus-Empfängers mit Audionstufe gemessen?

Die Spule des Absorptionsfrequenzmessers wird der Schwingkreisspule des Empfänger-Audions genähert. Die Rückkopplung des Empfängers muß hierbei angezogen sein. Beim Durchdrehen des Absorptionskreises wird nun an einer bestimmten Stelle die Rückkopplung im Empfänger aussetzen. Durch immer losere Ankopplung der beiden Kreise ist das Empfänger-Audion möglichst wenig zu bedämpfen. Bei minimalster Ankopplung hört man beim Durchdrehen des Absorptionskreises einen „Knack" im Kopfhörer. In dieser Stellung kann nunmehr die Frequenz am Absorptionskreis abgelesen werden. Wenn dabei auch die Frequenzgenauigkeit zu wünschen übrigläßt, so hat man doch die Gewähr, daß die ermittelte Frequenz eindeutig ist.

* 3. Welche Frequenzen kann man mit dem Absorptionsfrequenzmesser an einem Superhet ermitteln?

An einem Superhet können ohne besondere Eingriffe in das Gerät nur jene Frequenzen mit dem passiven Frequenzmesser gemessen werden, die im Empfänger selbst erzeugt werden (z. B. 1. und 2. Oszillator und der BFO).

Die Messung geschieht im Prinzip genauso wie beim Audion, nur daß beim Superhet infolge Energieentzug ein Aussetzen der einzelnen Oszillatoren erfolgt.

4. Wie geht die Messung der Empfangsfrequenz mit einem Röhrenfrequenzmesser vor sich?

Die Empfangsfrequenz wird mit der abgestrahlten Frequenz des Röhrenfrequenzmessers überlagert und auf Schwebungsnull abgestimmt. Die Frequenz ist nun an der Skala des Röhrenfrequenzmessers abzulesen. Da der Röhrenfrequenzmesser auch Oberwellen erzeugt, wird diese Messung u. U. nicht immer eindeutig sein.

5. Wie bestimmt man mit

a) einem Absorptionsfrequenzmesser (Saugkreis),

b) einem Interferenzfrequenzmesser die Sendefrequenz?

a) Die Spule des Saugkreises wird mit dem PA-Kreis des Senders lose gekoppelt und der Drehko langsam durchgedreht. Stimmen beide Kreise in ihrer Resonanzfrequenz überein, so entzieht der Absorber dem zu messenden Kreis Energie, die ein mit dem Absorber verbundenes Glühlämpchen aufleuchten läßt.

b) Der Interferenzfrequenzmesser wird lose mit dem Senderkreis gekoppelt und die Abstimmung langsam durchgedreht. In dem am Frequenzmesser angeschlossenen Kopfhörer hört man bei Annäherung der beiden Frequenzen ein Interferenzpfeifen, das im Resonanzfalle Null wird. Die Oberwellen des Interferenzfrequenzmessers können unter Umständen zu Fehlmessungen führen. Die Messung mit dem Absorptionsfrequenzmesser dagegen ist eindeutig.

6. Welche Messungen lassen sich mit einem Grid-Dipper ausführen?

Der Grid-Dipper ist ein universelles Frequenzmeßgerät. Es kann als passives, aber auch als aktives Frequenzmeßgerät dienen. Neben Schwingkreisen lassen sich Kapazitäten und Induktivitäten sowie Antennen und Speiseleitungen ausmessen. Die Meßgenauigkeit beträgt etwa 1 bis 5 Prozent.

AFu, S. 352—365

7. Wie groß ist etwa die Genauigkeit vom

a) Absorptions- und

b) Röhrenfrequenzmesser?

Die Genauigkeit des Absorptionsfrequenzmessers liegt bei 1 bis 5 Prozent, die des Interferenzfrequenzmessers bei 0,5 bis 0,1 Promille.

8. Wie weit darf man sich dem Bandanfang des 20-m-Bandes nähern, wenn die Meßgenauigkeit des Frequenzmessers $\pm 0{,}5$ Promille beträgt?

100 Prozent ist = 1000 Promille ≙ 14 000 kHz

0,5 Promille ≙ 14 000 · 0,5 = 7 kHz,

also bis auf 14 007 kHz.

* 9. Welche technischen Anforderungen sind an einen guten Interferenzfrequenzmesser zu stellen?

Das Gerät muß mechanisch und elektrisch äußerst stabil aufgebaut sein; der Drehkoantrieb muß spielfrei arbeiten und stark untersetzt sein, die Skala soll einen so großen Zeigerweg aufweisen, daß im 80-m-Band jede Einstellung auf 0,5 kHz genau abgelesen werden kann. Es sollte möglichst ein Quarznormal eingebaut sein, damit mindestens an einer Stelle der Skala eine Kontrolle und evtl. Nachregulierung der Eichung erfolgen kann. Im übrigen gelten alle Punkte, die für Senderoszillatoren angeführt wurden.

AFu, S. 338
S. 342—350

* 10. Was versteht man unter einem Eichpunktgeber?

Der Eichpunktgeber ist ein quarzstabilisierter Oszillator, der einen Schwingquarz mit niedriger Frequenz (z. B. 100 kHz) benutzt. Die reichlich erzeugten Oberwellen liefern in den Amateurbändern eine große Zahl von Eichpunkten (z. B. alle 100 kHz). Da es sehr schwer ist, die Ordnungszahl der Oberschwingung zu bestimmen, muß außerdem eine Grobmessung mittels Absorber oder Grid-Dipper durchgeführt werden.

AFu, S. 342—348

XI. UKW- und Dezitechnik

1. Welche Frequenzen und Leistungen sind im UKW- und Dezimeterwellenbereich für den Amateurfunk in der DDR freigegeben?

   144 bis 146 MHz bei maximal 30 W Input
   420 bis 440 MHz bei maximal 30 W Input
   1215 bis 1300 MHz bei maximal 2 W Input

   Für die Benutzung der Frequenzen 144 bis 146 MHz bestehen zur Zeit noch räumliche Beschränkungen. Der Frequenzbereich von 420 bis 440 MHz darf nur unter der Bedingung benutzt werden, daß der Amateurfunk keine Störungen des Flugnavigationsdienstes verursacht.

2. Welche Betriebsarten sind für die UKW- und Dezibänder zugelassen?

   Klasse 1:
   144 bis 146 MHz in A1, A3, F1 und F3 (max. Mod.-Index = 1)
   420 bis 440 MHz in A1, A3, A5, F1 und F3 (max. Mod.-Index = 1)
   1215 bis 1300 MHz in A3, A3a, A5 und F3
   Klasse 2:
   144 bis 146 MHz in A1, A3, F1 und F3 (max. Mod.-Index = 1)
   Klasse S:
   144 bis 146 MHz in A3 und F3
   420 bis 440 MHz in A3 und F3
   1215 bis 1300 MHz in A3 und F3 (Einschränkungen wie oben).

* 3. Welche Unterschiede bestehen hinsichtlich der Dimensionierung der Schwingkreise zwischen der UKW- und KW-Technik?

   Infolge der hohen Frequenzen werden die Schwingkreiswerte sehr klein, so daß mit konzentrierten Spulen und Kondensatoren nicht mehr gearbeitet werden kann. Man verwendet deshalb Lechersysteme, im Dezibereich Topfkreise als Schwingkreise.

4. Wie werden die hohen Frequenzen (z. B. 144 oder 435 MHz) erzeugt? Können selbsterregte Sender verwendet werden?

   Die hohen Frequenzen werden durch Vervielfachung einer niedrigen Ausgangsfrequenz in fremdgesteuerten Sendern erzeugt. Selbsterregte Sender haben höchstens noch in kleinen tragbaren Geräten Bedeutung. Ihre Frequenzkonstanz ist unbefriedigend.

5. Warum wird in starkem Maße von der Quarzsteuerung der Sender Gebrauch gemacht?

Quarzsteuerung wird trotz des Nachteiles, auf eine Frequenz festgelegt zu sein, aus Gründen der Stabilität der Sendefrequenz angewandt. Soll z. B. ein Sender für das 2-m-Band mit einem VFO betrieben werden, der auf rund 7 MHz schwingt, so würde durch die erforderliche Verzwanzigfachung eine Frequenzänderung des VFO um 1 kHz, eine Frequenzänderung von 20 kHz in der Endstufe ergeben.

* 6. Welche Maßnahmen sind zu ergreifen, wenn trotz dieser Betrachtungen auf die Quarzsteuerung verzichtet werden soll?

Der mechanische Aufbau des Oszillators ist äußerst stabil auszuführen und der Oszillatorschwingkreis zwecks gleichmäßiger Temperatur aller frequenzbestimmenden Elemente in einen Thermostaten zu setzen. Anoden-, Schirmgitter- und Heizspannungen müssen stabilisiert werden.

* 7. Welche Arten von Empfängern werden im UKW-Bereich verwendet, und was ist über das gesamte Empfängerproblem zu sagen?

Geradeaus-Empfänger werden kaum angewandt. Nur bei der Überbrückung kleiner Entfernungen hat das Audion mit Pendelrückkopplung noch gewisse Bedeutung. Es soll eine HF-Vorstufe aufweisen, um die Störstrahlung nach außen klein zu halten.

Da die meisten Amateure über einen guten Stationsempfänger verfügen, sind sie bestrebt, diesen auch beim UKW-Empfang einzusetzen. Diesem Empfänger wird ein Converter vorgeschaltet.

Der Stationsempfänger wird meist auf 10,7 MHz eingestellt und arbeitet als ZF-Verstärker mit nachfolgender Demodulation. Die Empfangseinrichtung arbeitet jetzt als Doppelsuperhet bzw. als Dreifachsuper, wenn der Stationsempfänger schon ein Doppel-Superhet ist. Dem Oszillator des Converters ist aus obenerwähnten Gründen besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Häufig wird dieser erste Oszillator mit Quarzsteuerung ausgeführt. Dann arbeitet der nachgeschaltete Stationsempfänger als variabler ZF-Verstärker. In jedem Falle ist die Leitung zwischen Converter und nachfolgendem Empfänger gut abzuschirmen, um ein Durchschlagen von Stationen zu verhindern, die auf der ersten ZF arbeiten. Wegen des geringen Rauschens wird im UKW-Empfänger trotz der geringen Verstärkung Trioden im Eingang der Vorzug gegeben. Es ist eine Anzahl spezieller Eingangsschaltungen für Converter entwickelt worden (z. B. Wallmann-Converter, auch Kaskode-Converter genannt; Gegentakt-Eingangsschaltungen usw.).

*** 8. Es soll in kurzer Form über das Rauschen im UKW- und Dezi-Empfänger gesprochen werden! Was besagt die kTo-Zahl?**

Das Eigenrauschen eines Empfängers ist entscheidend für seine Empfindlichkeit. Da das Rauschen alle Frequenzen enthält, rauscht ein Empfänger mit kleiner Bandbreite weniger als ein Empfänger mit großer Bandbreite. Das Rauschen setzt sich grundsätzlich aus zwei Teilen zusammen. Den ersten stellen die aus dem Weltraum kommenden Störungen dar, die von der Antenne aufgenommen werden, während der zweite Faktor von den thermischen Schwankungen in den Aufbauelementen und Röhren des Empfängers abhängt. Im Bereich der Lang- und Kurzwellen überwiegt der äußere Störpegel. Im UKW- und Dezi-Gebiet werden die Störungen durch das Rauschen der Röhren und Kreise bestimmt. Während im Lang- und Kurzwellenbereich die Empfindlichkeit eines Empfängers in μV angegeben wird, wurde für UKW- und Dezi-Empfänger die kTo-Zahl als Empfindlichkeitsmaß eingeführt. k ist eine Konstante und To die absolute Temperatur (in Grad Kelvin). $273 + t\,^\circ C = To\ ^\circ K$; also $20^\circ C = 273^\circ + 20^\circ = 293^\circ K$. Ein sehr guter, rauscharmer UKW-Empfänger hat eine Empfindlichkeit um 2 bis 3 kTo.

Spr, S. 197—218
G. Megla, Dezimeterwellentechnik, S. 316—324

9. Welche Antennen werden im UKW- und Dezi-Gebiet verwendet?

Es werden vorzugsweise Richtantennen benutzt, die sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Ebene (flache Abstrahlung) bündeln. Es sind dies Yagi-Antennen (3 bis 5 Elemente), Lang-Yagi-Antennen (10 bis 14 Elemente), gestockte Antennensysteme (Gruppenantennen), Eckenreflektoren, Spulenantennen (Helical-Helix-Antennen). Im Dezi-Gebiet kommen außerdem Dipol-Gruppen-Antennen mit Reflektorwand und Antennen mit Parabolspiegelreflektor zur Anwendung.

AFu, S. 459—472
Als Literatur zum Studium der UKW-Technik werden ferner empfohlen AFu, S. 187—217, 320—336 und „Antennenbuch" sowie Spr, S. 342—384

XII. Antennen

1. Lassen sich als Sendeantennen bei Amateurfunkstationen beliebige Antennen verwenden, oder werden besondere Forderungen gestellt?

   Es werden besondere Forderungen gestellt. Die Sendeantenne muß mit der Sendefrequenz in Resonanz sein, d. h., ihre Länge muß in einem bestimmten Verhältnis zur Sendefrequenz f bzw. zur Wellenlänge λ stehen. Durch Induktivitäten und Kapazitäten (z. B. im Collins-Filter) ist es jedoch auch möglich, jede beliebige Drahtlänge mit der Sendefrequenz in Resonanz zu bringen. Das sollte aber im Hinblick auf den dann absinkenden Wirkungsgrad und mangelhafte BCI- und TVI-Sicherheit vermieden werden.

2. Wie lang muß eine Antenne mindestens sein, damit sie in Resonanz ist?

$$l = \frac{\lambda}{2}.$$

* 3. Es gibt auch $\frac{\lambda}{4}$-Sendeantennen; wie heißen sie, und was ist zur Resonanzforderung zu sagen?

   Die $\frac{\lambda}{4}$-Antenne heißt Marconi-Antenne. Diese Antenne ist an der Kopplungsspule des Senders einseitig geerdet, und ihr Spiegelbild in der Erde wirkt ebenfalls als Antenne. Sie ist also auch $\frac{\lambda}{2}$ lang.

AFu, S. 308
S. 445—452

4. Wie lang ist eine Antenne, von der man sagt, sie sei in ihrer Grundwelle erregt?

$$l = \frac{\lambda}{2}.$$

5. Eine Dipol-Antenne ist zu zeichnen!

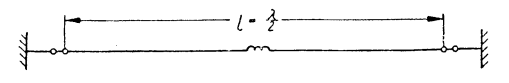


Bild 49. Dipol-Antenne

AFu, S. 424—425

6. Was ist über die Länge von Empfangsantennen zu sagen?

In Resonanz befindliche Antennen geben gute Empfangsleistungen. Für moderne Empfänger jedoch genügen, wenn keine Richtantennen verwendet werden, auch unabgestimmte, möglichst hoch angebrachte Antennen (l = z. B. 15 m). Im UKW-Bereich sollte man jedoch die hochwertige Sende-Richtantenne unbedingt auch für den Empfang benutzen.

* 7. Bei praktisch ausgeführten und elektrisch nachgemessenen Antennen ergibt sich, daß zum Beispiel ein Dipol etwas kürzer sein muß als $\frac{\lambda}{2}$. Warum? Wie groß ist die Verkürzung (Verkürzungsfaktor V)?

Weil sich die elektromagnetischen Wellen auf Drähten langsamer fortpflanzen als im Raum und weil besonders auf die Enden der Antenne kapazitive Einflüsse wirken, muß diese kürzer als $\frac{\lambda}{2}$ bemessen werden. Der Verkürzungsfaktor beträgt im Mittel $V = 0{,}98$.

AFu, S. 425

* 8. Die exakte Länge für eine $\frac{\lambda}{2}$-Drahtantenne für 14100 kHz soll berechnet werden!

$f = 14\,100$ kHz; $\lambda = 21{,}28$ m; $l = \frac{21{,}28}{2} \cdot 0{,}98 = 10{,}43$ m.

* 9. Was ist hinsichtlich des Verkürzungsfaktors bei Antennen zu sagen, die aus Aluminiumrohr gefertigt sind (z. B. UKW-Antennen)?

Der Verkürzungsfaktor ist vom Verhältnis λ zum Rohrdurchmesser abhängig. Je dicker das Rohr ist, desto kleiner wird V. In der Fachliteratur sind Kurvenblätter für die Ermittlung von V enthalten.

AFu, S. 447

10. Die Namen einiger Antennenformen, die speziell als Sendeantennen im Amateurverkehr benutzt werden, sind zu nennen!

Zeppelin-Antenne, Fuchs-Antenne, Windom-Antenne, Ground-plane-Antenne, Cubical-Quad.

*** 11. Erläutere den Aufbau einer Fuchs-Antenne für das 80-m-Band! (Bild 50) $f = 3650$ kHz; $\lambda = 82{,}2$ m; $l = \frac{\lambda}{2} \cdot V = 41{,}1 \cdot 0{,}98 = 40{,}3$ m.**

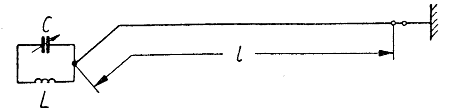


Bild 50. Fuchs-Antenne

Im Antennenkreis, dem sogenannten Fuchskreis, fließt auch bei kleiner Sendeleistung ein großer Strom, deshalb ist für die Spule dicker, möglichst versilberter Draht erforderlich. Den Fuchskreis muß man verlustfrei aufbauen. Der Strahler darf in einem stumpfen Winkel geknickt sein. Der abgeknickte Teil der Antenne, die Ableitung, soll im Verhältnis zur Strahlerlänge kurz sein.

AFu, S. 425

12. Welchen Zweck haben Speiseleitungen, welche Arten gibt es, und wie sind sie aufgebaut?

Speiseleitungen haben den Zweck, die vom Sender gelieferte HF-Leistung möglichst verlustlos zur Antenne zu transportieren. Sie sollen keine Energie abstrahlen. Man unterscheidet zwei Arten von Speiseleitungen:

a) abgestimmte Speiseleitungen, auf denen sich stehende Wellen bilden und

b) unabgestimmte Speiseleitungen, die man auch Wanderwellenleitungen nennt. Die Länge der abgestimmten Speiseleitungen steht in einem bestimmten Verhältnis zur Betriebswellenlänge. Die unabgestimmten Speiseleitungen können beliebig lang sein; jedoch muß der Wellenwiderstand der Leitung gleich dem Fußpunktwiderstand der Antenne sein. Abgestimmte Speiseleitungen sind meist symmetrisch aufgebaut (Zweidrahtleitungen); unabgestimmte Leitungen findet man sowohl in symmetrischer (Bandleitungen) als auch in unsymmetrischer (Koaxialkabel) Ausführung.

AFu, S. 416—421
S. 429—435

13. Was ist über die Verteilung von Strom und Spannung auf einer Antenne zu sagen?

Die Amplituden von Strom und Spannung sind nicht an jeder Stelle der Antenne gleich, sondern ihre Größe ändert sich nach einer Sinus- bzw. Cosinus-Funktion. Als Merkregel gilt: Am Ende der Antenne befindet sich immer ein Stromnullpunkt (Stromknoten), weil dort keine Bewegung der Elektronen mehr möglich ist. Dafür entsteht am Antennenende eine hohe Spannung (Spannungsbauch).

AFu, S. 424

14. Kann eine Antenne nur auf ihrer Grundfrequenz erregt werden ($l = \frac{\lambda}{2}$), oder gibt es noch andere Möglichkeiten?

Ein Betrieb auf höheren Frequenzen ist unter der Voraussetzung möglich, daß diese ganzzahlige Vielfache der Grundfrequenz sind. Man spricht dann von einer Erregung in den Harmonischen. Eine für das 80-m-Band bemessene Antenne arbeitet also auch auf 40-, 20-, 15- und 10-m-Band.

AFu, S. 427—428

* 15. Der Aufbau einer Zeppelin-Antenne für die Bänder 80, 40, 20, 15 und 10 m soll erläutert werden! Der Strahler soll für das 20-m-Band optimal dimensioniert sein!

Die Antenne muß für das 80-m-Band mindestens $\frac{\lambda}{2}$, also 40 m lang sein. Aus AFu, S. 427, ergibt sich $l = \frac{n - 0{,}05}{f} \cdot 150 = \frac{4 - 0{,}05}{14{,}15} \cdot 150 =$ 41,87 m. Die kürzeste Speiseleitung, die für diese Antenne möglich ist, muß 20,5 m lang, also $\frac{\lambda}{4}$ bei 82,2 m sein. Damit ergibt sich ein Aufbau nach Bild 51a. Aus dem Bild 51b ist die Stromverteilung auf der Speiseleitung bei Betrieb auf allen Bändern zu entnehmen.

AFu, S. 427, 431

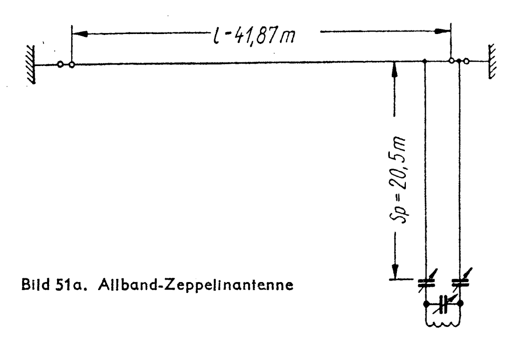


Bild 51a. Allband-Zeppelinantenne

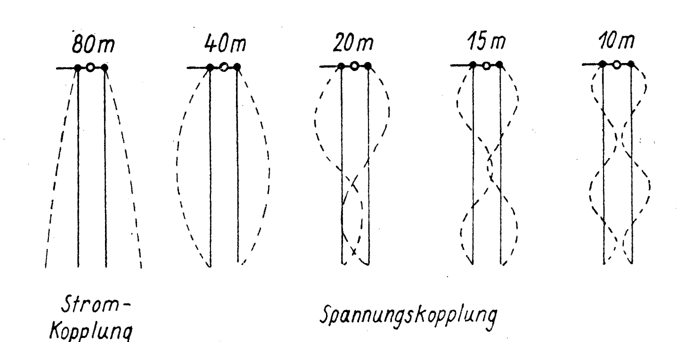


Bild 51b. Allband-Zeppelinantenne mit Stromverteilung auf der Speiseleitung bei Betrieb auf verschiedenen Bändern

* 16. Der Aufbau einer Windom-Antenne für das 20-m-Band ist zu zeichnen und ihre Dimensionierung zu erläutern! (Bild 52)

Der Speisepunkt liegt etwa bei $\frac{\lambda}{6}$ von einem Antennenende aus entfernt, weil dort der Fußpunktwiderstand der Antenne mit dem Wellenwiderstand der Speiseleitung übereinstimmt (etwa 600 Ohm).

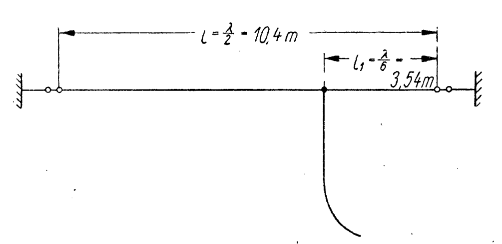


Bild 52. Windom-Antenne für das 20-m-Band

* 17. Was versteht man unter dem Wellenwiderstand einer Leitung bzw. einer Antenne?

Der Wellenwiderstand Z einer Leitung ist eine elektrische Größe. $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$. Er ist nur von der Induktivität und der Kapazität pro

Längeneinheit abhängig; er ist unabhängig von der Arbeitsfrequenz und der Länge der Leitung. Bandleitungen haben einen Wellenwiderstand von 240 bis 300 Ohm, Koaxialkabel werden für Z = 60 Ohm und Z = 70 Ohm gefertigt. Auch einzelne Drähte haben einen Wellenwiderstand (etwa 600 Ohm); hier wirkt die Erde als zweiter Leiter.

AFu, S. 410—412
S. 417—419
S. 434—435

* 18. Was ist hinsichtlich des Wellenwiderstandes zu beachten, wenn Antennen mit Wanderwellenleitungen betrieben werden?

Die Wanderwellenspeiseleitung muß an der Antennenseite und am Speisepunkt mit einem Wirkwiderstand abgeschlossen werden, der gleich ihrem Wellenwiderstand ist. Wird das nicht beachtet, so bilden sich stehende Wellen aus, die zu erheblichen Energieverlusten führen. Die Antenne muß also an die Speiseleitung angepaßt werden.

19. Was versteht man unter dem Strahlungsdiagramm einer Antenne?

Das Strahlungsdiagramm einer Antenne gibt Auskunft darüber, in welcher Weise bzw. in welcher Stärke die der Antenne zugeführte Energie in den Raum abgestrahlt wird. Das horizontale Strahlungsdiagramm läßt erkennen, in welche Richtungen der Windrose (horizontale Ebene) die Energie abgestrahlt wird, während das vertikale Diagramm Aussagen darüber macht, in welchem Winkel die Energie nach oben abgestrahlt wird.

AFu, S. 435, 441, 442

20. Kann das Strahlungsdiagramm durch die Abmessungen bzw. Formgebung der Antenne beeinflußt werden?

Das Strahlungsdiagramm wird stark durch die Antennenform beeinflußt. Der $\frac{\lambda}{2}$-Dipol hat ein horizontales Strahlungsdiagramm nach Bild 53. Die Hauptstrahlrichtung liegt senkrecht zur Antenne. Dieses Diagramm ändert sich, wenn die Antenne in Oberwellen erregt wird. Je höher die Sendefrequenz ist, desto mehr verschiebt sich das Maximum der Strahlung in Richtung des Antennenleiters. Es bilden sich sogenannte Strahlungskeulen (Bild 54).

AFu, S. 435—438

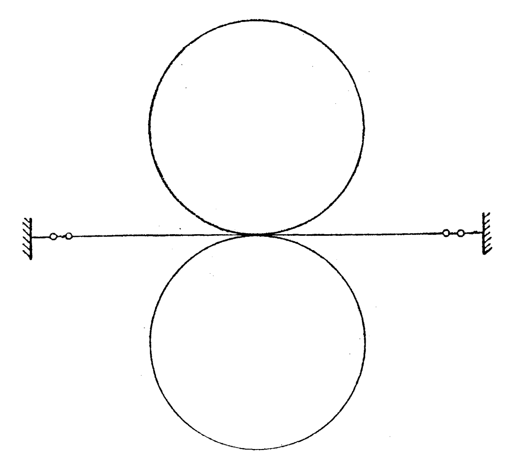


Bild 53. Horizontales Strahlungsdiagramm eines $\frac{\lambda}{2}$-Dipols

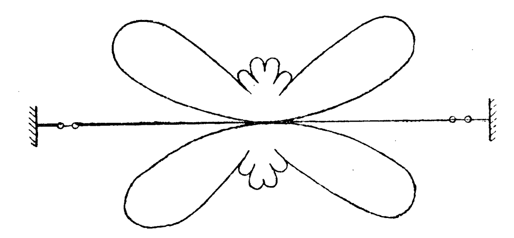


Bild 54. Horizontales Strahlungsdiagramm einer Antenne bei $l = 5\lambda$

21. Welche Forderung hinsichtlich des vertikalen Strahlungsdiagrammes muß an eine Antenne gestellt werden, die für den DX-Verkehr verwendet werden soll?

DX- und UKW-Antennen müssen sehr flach strahlen, d. h., der vertikale Strahlungswinkel muß möglichst klein sein. Der Idealfall ist eine Abstrahlung tangential zur Erdoberfläche.

22. Welches Material verwendet man zweckmäßig für den Antennenleiter, die Isolatoren und die Einführung?

Als Antennenleitung wird Kupferlitze oder Kupferdraht von 1 bis 2 mm Durchmesser verwendet. Die Isolation der Isolatoren muß hochwertig sein; Eierketten aus 4 bis 5 Porzellanisolatoren oder 2 bis 3 sogenannten Calitknochen, für Durchführungen keramische Rohre. Lange Abspannungen werden in der Weise durch Isoliereier unterbrochen, so daß Strecken entstehen, die kleiner sind als $\frac{\lambda}{4}$ der kürzesten Betriebswellenlänge.

23. Welche Maßnahmen sind zur Blitzerdung der Antenne erforderlich?

Alle außerhalb des Hauses liegenden Antennen sind mit einem Blitzschutz zu versehen. Am geeignetsten ist ein stabiler auf Keramikplatte aufgebauter Erdschalter. Sogenannte automatische Blitzschutzeinrichtungen mit Edelgas-Glimmstrecken (Überspannungsschutz) sind ungeeignet, weil die Glimmstrecken im Sendebetrieb zünden und HF-Energie zur Erde ableiten. Der Querschnitt der Erdleitung einer Antenne muß doppelt so groß sein wie der Querschnitt des Antennenleiters. Stahlmasten müssen wie Blitzableiter geerdet werden. Holzmasten sind mit einem mindestens 3 mm starken, verzinkten Eisendraht als Erdleitung längs des Mastes zu versehen. Für den Bau von Antennen sind die entsprechenden VDE- und ABB-Vorschriften zu beachten.

* 24. Welchen Antennen ist aus Gründen der TVI- und BCI-Sicherheit der Vorzug zu geben?

Alle stromgespeisten, also niederohmig angepaßten Antennen, sind den spannungsgespeisten vorzuziehen, da sie viel weniger HF in das Lichtnetz abstrahlen.

* 25. Genannt werden sollen die gebräuchlichsten Formen von Richtantennen, die von Amateuren benutzt werden!

Yagi-Antenne mit 2 bis 12 Elementen, W8JK-Antenne, Lazy-H-Antenne („Fauler Heinrich"), Cubical-Quad, ZL-Antenne.

26. Was versteht man unter einer Rahmen-Antenne?

Die Rahmen-Antenne ist im Prinzip die Spule eines Schwingungskreises. Sie spricht auf die magnetische Komponente des elektromagnetischen Feldes an. Eine Richtungsbestimmung ist damit möglich und erfolgt, indem man den Rahmen dreht, bis ein Minimum der Empfangsstärke eintritt. Der gesuchte Sender liegt dann auf der Linie, die senkrecht zur Rahmenebene verläuft. Die Rahmen-Antenne wird meist bei Peil-Empfängern bzw. Fuchsjagd-Empfängern benutzt.

INHALTSVERZEICHNIS

DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR

In dieser Reihe finden Funkamateure, Radiobastler und interessierte Laien Themen, die der Praxis dienen und für den Selbstbau von funktechnischen Geräten das notwendige Wissen vermitteln.

Die einzelnen Broschüren haben etwa 80 bis 96 Seiten Umfang, zahlreiche Bilder und kosten je Heft 1,90 DM.

Bisher sind erschienen:

Band 1 Karl Andrae: **Der Weg zur Kurzwelle**

Mit dieser Broschüre werden junge Menschen für den Amateurfunk interessiert.

Band 2 Hagen Jakubaschk: **Tonbandgeräte selbstgebaut**
(2. Auflage in Vorbereitung)

Der Leser erhält praktische Hinweise zum Selbstbau von Tonbandgeräten.

Band 3 Dr. Horst Putzmann: **Kristalldioden und Transistoren** (vergriffen)

Band 4 Hagen Jakubaschk: **Tonband-Aufnahmepraxis**

Eine große Anzahl praktischer Winke und technischer Ratschläge gibt jedem Tonbandgerätebesitzer die Möglichkeit, sein Tonbandgerät vielseitig einzusetzen.

Band 5 Harry Brauer: **Vorsatzgeräte für den Kurzwellenempfang**

Es werden Wege gezeigt, wie mit Hilfe von Zusatzgeräten, sogenannten Vorsetzern, die handelsüblichen Rundfunkempfänger für den Empfang von Amateurfunksendungen ausgenutzt werden können.

Band 6 Klaus Häusler: **Frequenzmesser**

Hier wurden Erfahrungen und Unterlagen über die Frequenzmessung zusammengestellt, die jedem Funkamateur eine große Hilfe sind.

Band 7 Ehrenfried Scheller: **Fuchsjagd-Peilempfänger und Fuchsjagd-Sender**

Funkamateure finden hier wertvolle Hinweise über die Fuchsjagd und den Bau von Fuchsjagd-Empfängern und -Sendern.

Band 8 Karl-Heinz Schubert: **Praktisches Radiobasteln I**

Den Radio- und Funkbastelfreunden werden in dieser Broschüre die handwerklichen Grundlagen vermittelt.

Band 10 Otto Morgenroth: **Vom Schaltzeichen zum Empfängerschaltbild**

Der Anfänger wird in die Technik des Lesens von Schaltbildern eingeführt.

Preis 1,90 DM